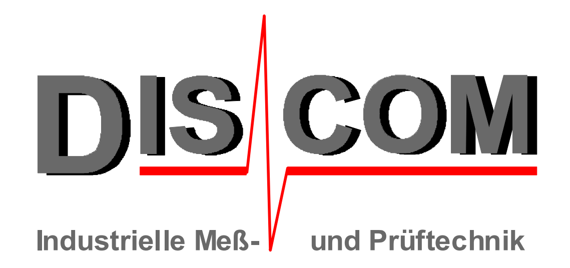
Geräuschprüfung

Benutzerhandbuch



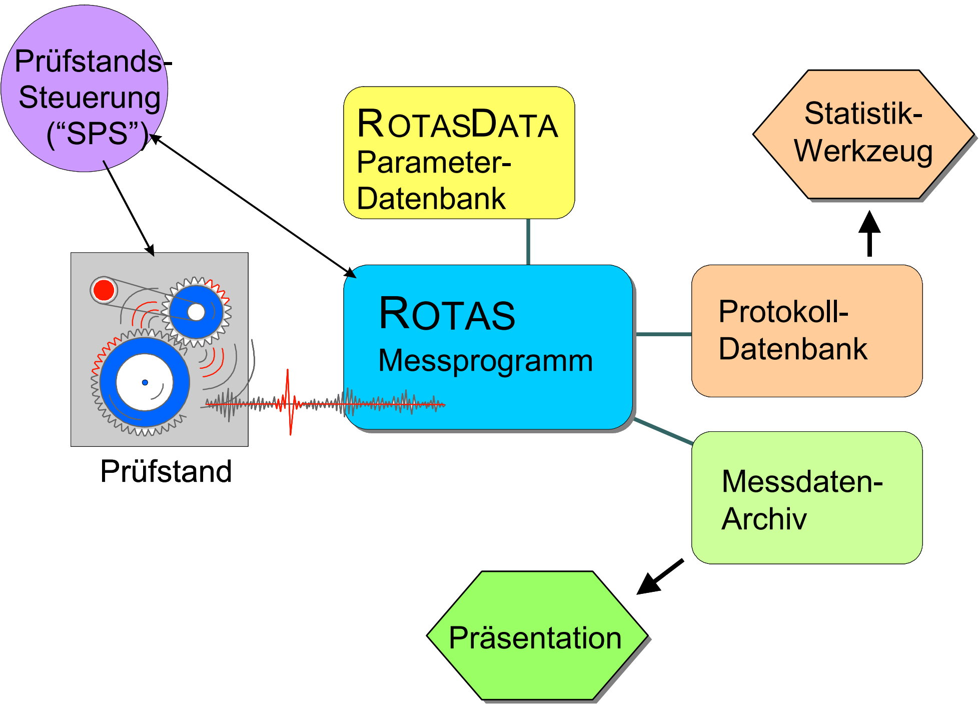


(P) 03/09/2004

Inhalt

1 Das Rotas Geräuschanalyse-System

Das Rotas Geräuschanalyse-System integriert die akustische Analyse mit Datenbanken zur Verwaltung der Parameter des Prüflings und zur Archivierung bzw. Auswertung der Messdaten. Die zentrale Einheit bildet die Analyse-Applikation *RotasPro*, die die eigentliche Messung durchführt. RotasPro kommuniziert auch mit der externen Prüfstandssteuerung („SPS"), empfängt von ihr Informationen über den aktuellen Prüfling und sendet Meldungen über das Analyseergebnis.



Weitere Komponenten des Systems sind die Parameter- oder Prüfvorschriften-Datenbank, die Statistik-Datenbank. Teilweise steht auch ein Archiv zur Verfügung, in dem Messdaten und Messkurven gespeichert werden.

Im Rahmen dieses Handbuchs sollen die folgenden Themen kurz erläutert werden:

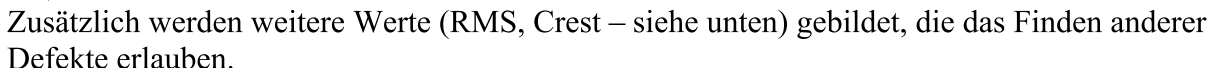
- Aufbau des Prüfstands und des Messrechners, Anschlüsse etc.
- Bedienung des Rotas Programms, Ablauf einer normalen Prüfung
- Anzeigen und Fenster der Messprogramms
- Behebung typischer Probleme und Störungen
- Installation von Software-Updates
- Einrichten eines neuen Typs in der Parameter-Datenbank (= Prüfvorschriften-Datenbank)
- Benutzung der Statistik-Datenbank

Die Bereiche Messdaten-Archive und Präsentation werden in getrennten Handbüchern erläutert, ebenso wie eine ausführliche Anleitung zur Benutzung der Parameter-Datenbank und des Statistik-Werkzeugs.

2 Grundlagen der Geräuschanalyse

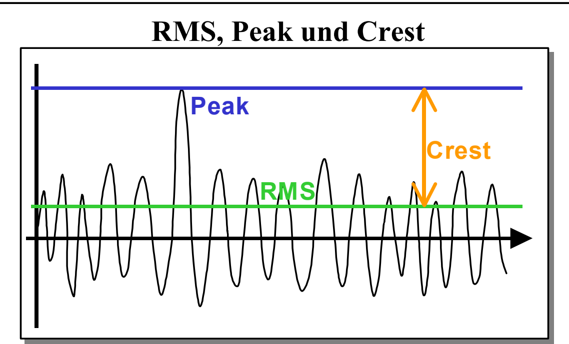
Die Geräuschanalyse verwendet einen *Akustik-Sensor* (Körperschall-Sensor), der das Geräuschsignal des Prüflings erfasst. Zusätzlich wird die *Drehzahl* zur Durchführung der Analyse benötigt.

Ein Prüfling kann intern aus mehreren Komponenten bestehen (z.B. die inneren Wellen eines Getriebes). Jede dieser Komponenten hat einen gewissen Anteil am Gesamtsignal, das der Sensor aufnimmt. RotasPro kann die *Anteile der Komponenten* aus dem Gesamtsignal *herausfiltern* und den Komponenten zuordnen. Der Beitrag einer Komponente wird in einem *Synchronkanal* weiterverarbeitet. Zur Trennung der Signalanteile benötigt ROTAS die aktuelle Drehzahl sowie die Konstruktionsdaten des Prüflings (Zähnezahlen). Diese sind in der Parameterdatenbank enthalten.
Bei einem Getriebe werden meistens drei solche *Synchronkanäle* gebildet (bezeichnet als „SK1“, „SK2“, „SK3“). Zusätzlich wird als viertes das Gesamtsignal („Mix“) analysiert.
Für alle vier Signalteile wird jeweils das Spektrum berechnet, in dem sich Defekte charakteristisch abzeichnen. Zusätzlich werden weitere Werte (RMS, Crest – siehe unten) gebildet, die das Finden anderer Defekte erlauben.



Eine hauptsächliche Geräuschquelle ist das Ineinandergreifen der Zähne der Zahnräder (Zahneingriff). In den Spektren der Signalanteile finden sich die Zahneingriffs-Frequenzen („Zahneingriffs-*Ordnungen*“) deutlich wieder.

RMS, Peak und Crest



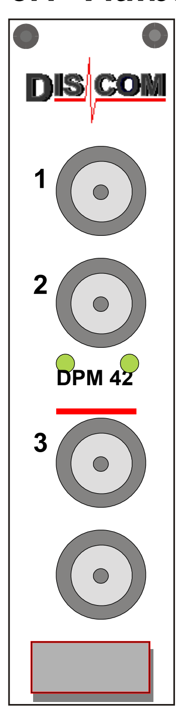
Der *RMS-Wert* ist der Energie-Mittelwert des Signals, also grob gesprochen ein Maß für die Lautstärke (Zahneingriff laut = RMS-Wert hoch).
Der *Crest-Wert* ist das Verhältnis des *Spitzenwerts (Peak)* des Signals zum Mittelwert (RMS-Wert).
Ein einzelnes „Tick“ in einem ansonsten leisen Signal liefert einen hohen Crest-Wert. Ein defekter Zahn eines Zahnrads verrät sich durch solche „Ticks“ und also durch einen hohen Crest-Wert.

Zu den Spektren hat ROTAS Grenzkurven. Überschreitet ein Spektrum an einer Stelle die Grenzkurve, so wird aus dem Ort der Überschreitung auf den Defekt geschlossen und dieser ausgegeben. Ebenso haben die Einzelwerte (Crest etc.) Grenzwerte. Für jeden Prüflingstyp gibt es eigene Grenzwerte und Grenzkurven.
Die Grenzkurven und –werte werden durch automatisches Lernen gebildet und können über die Parameterdatenbank eingeschränkt werden. Zum Lernen werden die als iO bewerteten Prüflinge herangezogen. Die den Defekten zugeordneten Fehler (-Codes) werden ebenfalls in der Parameterdatenbank spezifiziert.

Zur Überwachung des Produktionsprozesses und der Grenzwerte führt ROTAS zwei Statistik-Datenbanken: die Produktionsstatistik und die Protokoll-Datenbank. Zusätzlich können die Messwerte selbst im Messdaten-Archiv gespeichert werden.

3 Der Rotas PC

3.1 Aufbau

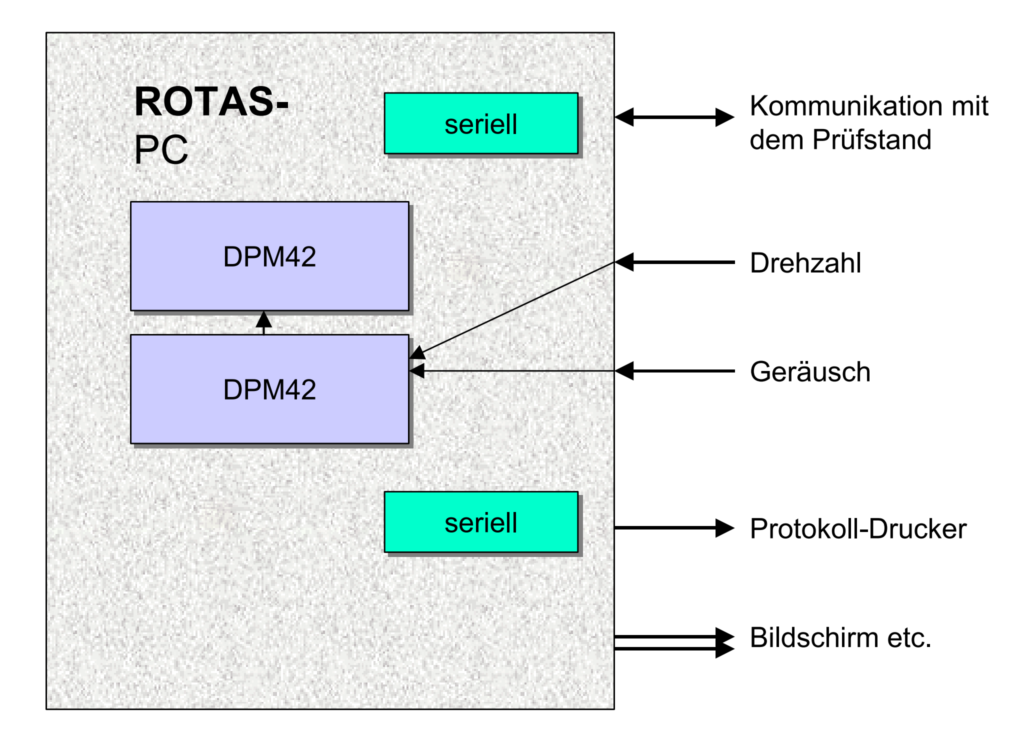


Der Messrechner ist mit speziellen Signalprozessorkarten „DPM42“ ausgestattet, die das Akustiksignal und die Drehzahl verarbeiten und die Geräuschanalyse durchführen.
Abhängig von den Prüfaufgaben des Rechners können mehrere solcher Karten in den Rechner eingebaut sein.

Zur Kommunikation mit dem Prüfstand können verschiedene Schnittstellen zum Einsatz kommen. Am häufigsten kommunizieren derzeit die Prüfstände über die serielle Schnittstelle (COM2) mit dem Messrechner.
Alternativ können verschiedene andere Schnittstellenkarten zum Einsatz kommen, die dann zusätzlich in den Messrechner eingebaut werden müssen. Ein Beispiel wäre eine Profibuskarte, um den Messrechner direkt in das Profibus-Netz des Prüfstandes zu integrieren.

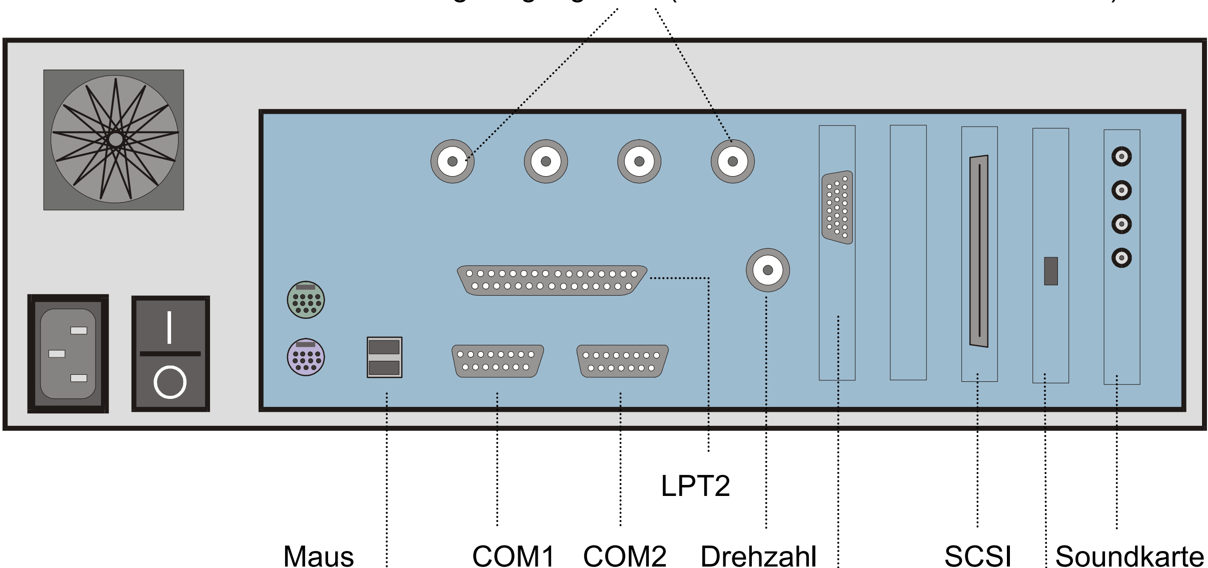
Bei vielen Prüfständen kommt außerdem ein serieller Protokolldrucker zum Einsatz, der dann an COM1 angeschlossen ist.

Das folgende Schema zeigt die am meisten verwendete Ausstattung:



3.2 Anschlussplan (schematisch)

Dargestellt ist die Rückseite des PC. Abhängig von der Ausstattung kann die Zahl und Anordnung der Anschlüsse variieren. Die Anschlüsse sind an jedem PC beschriftet durch einen *Aufkleber unterhalb der Anschlüsse*. Auf diesem Aufkleber finden Sie auch die *Seriennummer* des Rechners.



4 Ein- und Ausschalten des Rechners

4.1 Starten des Rechners:

1. Die Klappe vorne am Computer öffnen. (Der Schlüssel liegt ggf. in der Schublade mit der Tastatur oder ist im Dokumentations-Ordner eingeheftet).
2. Die Einschalt-Taste etwa 1 Sekunde gedrückt halten.
3. Das System startet. Die Lämpchen über der Einschalt-Taste (rot und grün) leuchten oder flackern. Es dauert etwa 10 Sekunden, bis auf dem Bildschirm ein Bild erscheint.
4. Falls Rotas nicht automatisch gestartet wird, das Programm starten (siehe unten)



4.2 Ausschalten des Rechners

1. Programm (RotasPro) beenden.
2. Alle anderen Programme und Fenster schließen.
3. Den „Start“ Knopf (links unten in der Task-leiste) drücken.
4. Im Menü „Beenden...“ auswählen.
5. Im erscheinenden Dialog „Herunterfahren“ wählen und „OK“ drücken. Der Computer schaltet sich selbst aus.

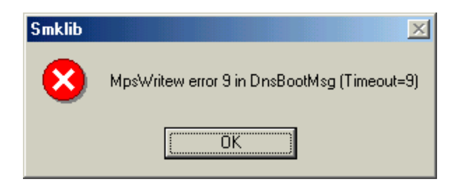
Niemals zum Ausschalten die Einschalt-Taste oder den Hauptschalter benutzen!!

5 Starten von ROTAS

Auf der Windows-Oberfläche befinden sich Symbole (Verknüpfungen) zum Analyseprogramm (grauer Kreis mit roter Zacke), zur Datenbank (Symbol mit gelben ***D***) und zum Statistik-Werkzeug (Symbol mit gelbem ***S***). Die Bezeichnungen der Verknüpfungen können variieren, die Symbole sind jedoch immer wie beschrieben und rechts abgebildet.
Zum Starten der Analyse doppelklicken Sie auf das entsprechende Symbol.

ROTAS kann *nicht zweimal* gestartet werden. Bevor Sie das Programm starten, prüfen Sie, ob es schon läuft (oder noch nicht vollständig beendet wurde). Sollten Sie es doch zum zweiten Mal gestartet haben, müssen Sie beide Programme mit Hilfe von *Strg-Alt-Entf* und dem Tank Manager „abschießen".
Warten Sie stets ab, bis ROTAS vollständig gestartet ist, ehe Sie es benutzen, eine Prüfung beginnen oder das Programm wieder beenden. Beachten Sie beim Beenden, dass das zweite Fenster „Stdout" des Programms (siehe unten) manchmal länger braucht, bis es verschwunden ist.

Während die Fenster des Programms geöffnet werden, startet das System auch die Signalprozessoren. Die beiden Leuchtdioden an den Prozessorkarten müssen grün leuchten. Sollte das Programm beim Hochfahren die nebenstehend abgebildete Fehlermeldung zeigen, so kann das System die Signalprozessoren nicht starten. Dies ist ein ernstes Problem; bitte kontaktieren Sie DISCOM.



Sollte das Programm beim Hochfahren andere Fehlermeldungen zeigen (derart: „could not find ..."), so ist die vorliegende Installation fehlerhaft oder unvollständig. Auch in diesem Fall sollten Sie DISCOM kontaktieren.

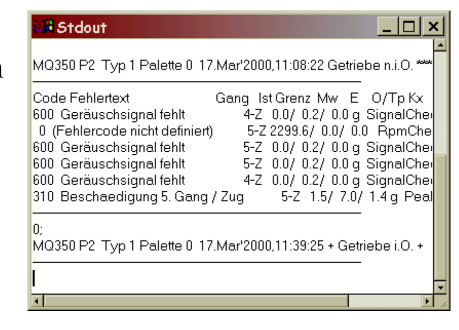
Unbedenklich dagegen ist folgendes Verhalten: Eine der beiden Leuchtdioden an den Prozessorkarten leuchtet grün, während die andere orange leuchtet oder grün blinkt. Software neueren Datums gibt auf diese Weise Rückmeldung über den Zustand des Prozessorsystems.

5.1 ROTAS hat zwei Fenster

Wenn Sie ROTAS starten, werden Sie beobachten, dass zuerst ein kleines Fenster „Stdout" geöffnet und dann sofort minimiert wird (es erscheint in der Windows Task-leiste). Danach wird das Hauptfenster des Programms geöffnet.

Das Stdout Fenster ist an das Hauptfenster gebunden: es *kann nicht geschlossen* werden, sondern wird automatisch geschlossen, wenn das Programm beendet wird.

Im Stdout Fenster erscheinen Fehler- oder Status-Meldungen des Programms. Außerdem kann in diesem Fenster die serielle Kommunikation mit dem Prüfstand überwacht werden.



5.2 Die Statusleiste



Am unteren Rand des Hauptfensters befindet sich die Statuszeile. In den Feldern dieser Zeile werden Statusinformationen dargestellt.

Am linken Ende wird, wenn sich der Mauszeiger über einer Knopfleiste oder einem Menüpunkt befindet, eine kurze Funktionsbeschreibung des betreffenden Knopfes oder Menüpunktes angezeigt. Ansonsten lesen Sie dort die gezeigte Aufforderung.

Rechts sehen Sie fünf Statusfelder mit folgender Bedeutung (von links nach rechts):

- Seriennummer / Abrollrad-ID: In diesem Feld wird die Seriennummer des aktuell einliegenden Prüflings angezeigt. Bei Abrollmaschinen wird hier der Name des Abrollrades angezeigt.
- Teil-Id: In diesem Feld wird die Bezeichnung oder Identifikationsnummer des aktuell einliegenden Prüflings angezeigt.
- Prüfzustand: zeigt den aktuellen Prüfzustand.
- Messung läuft: während eine Messung läuft, erscheint in diesem Feld ein x.
- Drehzahl: im äußerst rechten Feld wird die Drehzahl oder ein davon abgeleiteter Wert angezeigt.

5.3 Grafiken Drucken

Rotas bietet die Möglichkeit, verschiedene Fenster (z.B. die Scopes) auszudrucken. Auch die Datenbank und das Statistik-Werkzeug drucken Reports und Grafiken. Dies kann jedoch nicht auf dem seriellen Protokolldrucker geschehen, sondern erfordert einen Windows-Drucker.

Sie können ohne weiteres einen Windows-Drucker (z.B. Farb-Tintendrucker) zusätzlich an den Rechner anschließen (siehe Anschlussplan). Beachten Sie bei der Installation, dass der Drucker *nicht* an LPT1 angeschlossen werden darf, da das Rotas Programm über diesen Anschluss mit den DPM42-Signalprozessorkarten kommuniziert.

Wählen Sie im Rotas Programm das Menü **Datei:Druckereinrichtung**, um den richtigen Drucker auszuwählen. Sie können dann normal auf diesem Drucker ausdrucken. Klicken Sie z.B. ein Scope-Fenster an und wählen Sie das Menü **Datei:Drucken**.

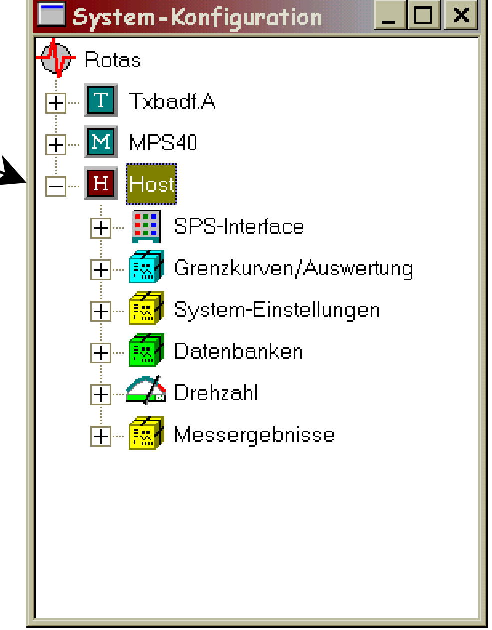
Der serielle Protokolldrucker wird von der Auswahl eines Windows-Druckers in der **Druckereinrichtung** nicht beeinflusst, da er direkt über die serielle Schnittstelle angesteuert wird.

6 Die Systemkonfiguration

Im Fenster „Systemkonfiguration“ werden alle Module (Funktionselemente) des Rotas Programms dargestellt. Die Module sind in einer Baum-Struktur organisiert. Man kann aus der Konfiguration ablesen, welche Funktionen in der Applikation aktiviert sind und wie die Datenverarbeitung organisiert ist.

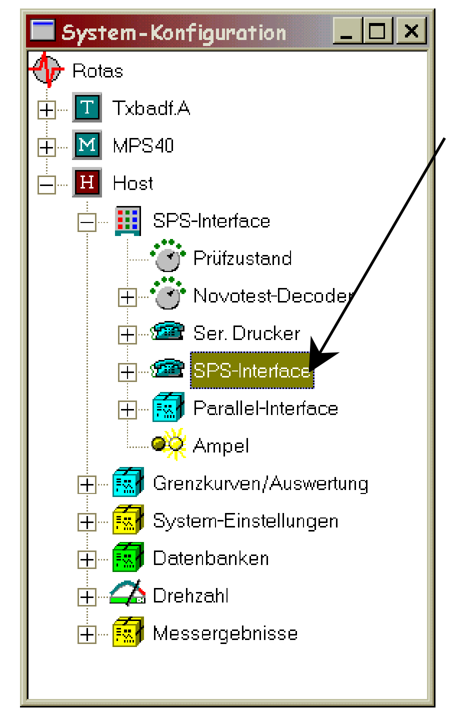
Wenn das Fenster „System-Konfiguration“ nicht geöffnet ist, können Sie es über das Menü **Datei:Systemkonfiguration** öffnen.

Im normalen Prüfbetrieb wird es nicht notwendig sein, sich mit den Einzelheiten und der Vielzahl von Modulen zu befassen, die in der Konfiguration enthalten sind. Bei der Beseitigung von Störungen oder besonderen Einstellungen kann es jedoch hilfreich sein, bestimmte Module in dem Baum aufzusuchen. Die meisten dieser Module werden sich in der Sektion „Host“ befinden, die in der Abbildung dargestellt ist.



Da sich die Rotas Applikationen je nach Projekt und Prüfstand unterscheiden, sehen auch die Konfigurationen leicht unterschiedlich aus. Insbesondere kann die Reihenfolge der Objekte verschieden sein, einzelne Objekte können fehlen oder andere zusätzlich auftreten.

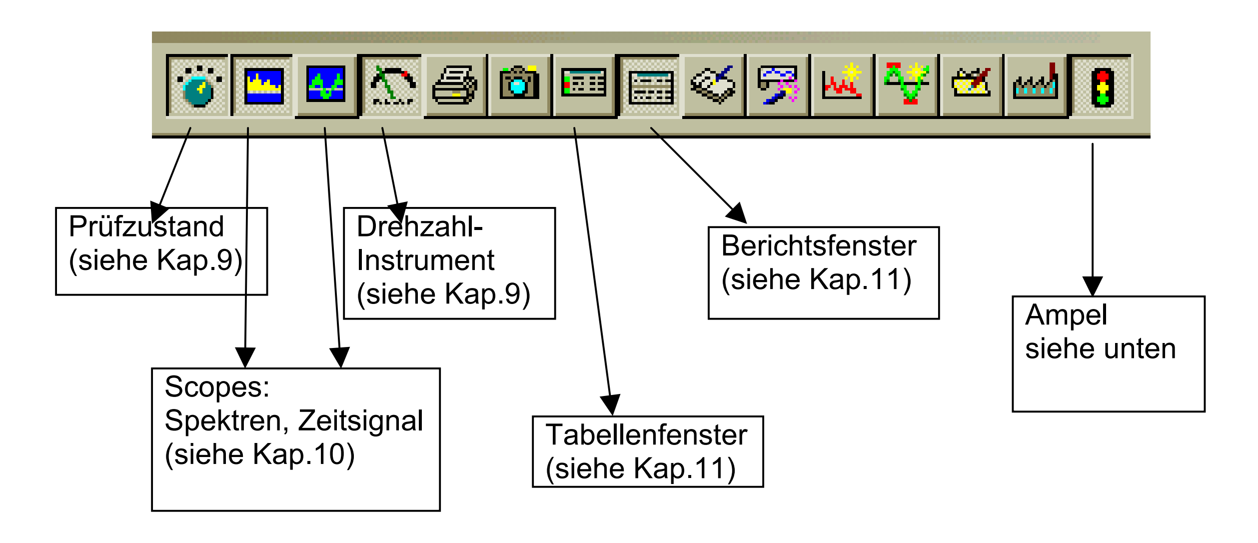
Von besonderer Bedeutung ist das Modul „SPS-Interface“ (auch „Ablaufsteuerung“ oder ähnlich), das in jeder Konfiguration auftritt. Klicken Sie auf das kleine +, um die Untermodule dieses Moduls sichtbar zu machen.



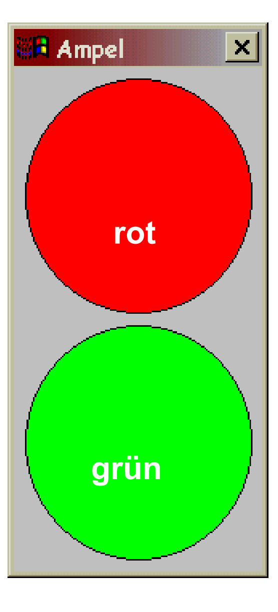
Das Modul „SPS-Interface“ und seine Untermodule sind für die Kommunikation mit dem Prüfstand und für die Steuerung des Prüfablaufs zuständig. Daher können, in Abhängigkeit vom vorhandenen Prüfstands-Interface und Ablauf, auch andere oder zusätzliche Untermodule vorkommen.

7 Die Toolbar

Über die Toolbar (unterhalb der Menüleiste) können Sie die verschiedenen Anzeigen und Fenster öffnen und andere wichtige Funktionen erreichen. Die Toolbar kann in verschiedenen Installationen von ROTAS unterschiedlich aussehen, sowohl im Umfang als auch in der Reihenfolge der Knöpfe. Die folgende Abbildung zeigt einige der wichtigsten Knöpfe, die in den meisten Installationen vorkommen. Weitere Knöpfe werden im Folgenden noch beschrieben.



8 Die „Ampel"



Das Ampel-Fenster zeigt Ihnen am Ende jeder Prüfstufe (Gangprüfung) die bisherige Bewertung an: solange die Ampel auf grün steht, ist die Prüfung in Ordnung, sobald sie auf rot schaltet, ist ein Defekt gefunden worden.

In manchen Installationen wird auch das untere Licht der Ampel rot, und zwar immer dann, wenn im gerade geprüften Gang ein Defekt gefunden wurde.

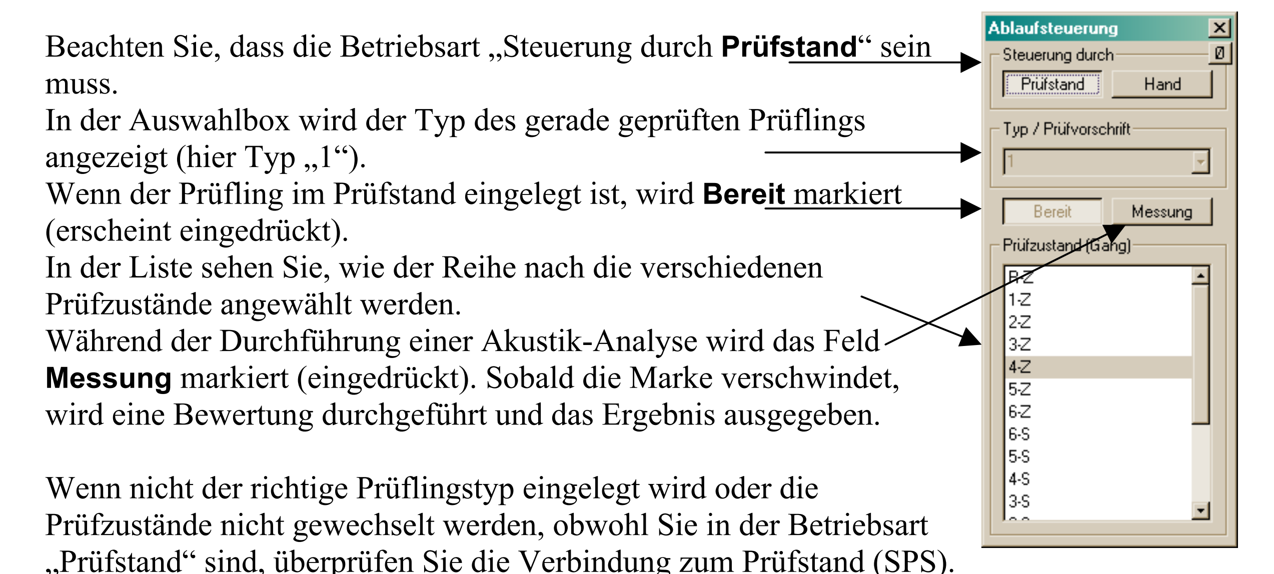
Andere Installationen verwenden drei Signale (rot – gelb – grün). Auch in diesem Fall wird grün angezeigt, wenn die Prüfung in Ordnung ist. Rot wird angezeigt, wenn ein „schwerer" Defekt gefunden wurde, gelb hingegen wird bei einem „leichten" Defekt angezeigt (Prüfung kann, ggf. nach Nacharbeit, wiederholt werden).

9 Überwachung des Prüflaufs

Rotas betrachtet die einzelnen Schritte einer Prüfung (die verschiedenen Gänge, getrennt in Drehzahl-Hochlauf und –Runterlauf) als *Prüfzustände*. Vermittelt durch die externe Prüfstandssteuerung (SPS) werden diese Prüfzustände angenommen und darin geprüft. Zunächst muss aber die Prüfstandssteuerung bekannt geben, welcher *Prüflingstyp* geprüft werden soll, damit Rotas die richtigen Drehzahlen der Zahnräder errechnen kann.

9.1 Prüfzustandsanzeige

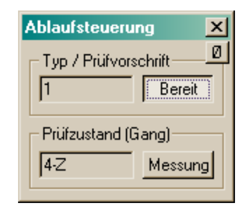
Die Anzeige „Ablaufsteuerung“ zeigt den Fortgang der automatischen Geräuschprüfung. Benutzen Sie den Tolbar-Knopf zum Öffnen dieses Dialogs.



Beachten Sie, dass die Betriebsart „Steuerung durch **Prüfstand**“ sein muss.
In der Auswahlbox wird der Typ des gerade geprüften Prüflings angezeigt (hier Typ „1“).
Wenn der Prüfling im Prüfstand eingelegt ist, wird **Bereit** markiert (erscheint eingedrückt).
In der Liste sehen Sie, wie der Reihe nach die verschiedenen Prüfzustände angewählt werden.
Während der Durchführung einer Akustik-Analyse wird das Feld **Messung** markiert (eingedrückt). Sobald die Marke verschwindet, wird eine Bewertung durchgeführt und das Ergebnis ausgegeben.

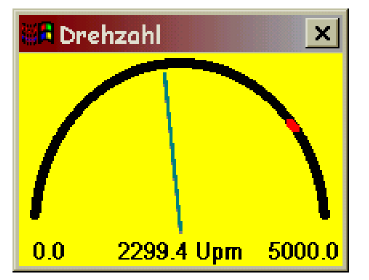
Wenn nicht der richtige Prüflingstyp eingelegt wird oder die Prüfzustände nicht gewechselt werden, obwohl Sie in der Betriebsart „Prüfstand“ sind, überprüfen Sie die Verbindung zum Prüfstand (SPS).
Beachten Sie, dass Sie in den „Prüfstand“-Modus wechseln müssen, *bevor* der Prüfling in den Prüfstand eingelegt wird.

Durch Drücken des kleinen Knopfes **Ø** unterhalb des Schließen-Knopfes **x** können Sie zu einer verkleinerten Ansicht dieses Dialogs wechseln:
Diese Ansicht zeigt ebenfalls den aktuellen Typ und Prüfzustand.



9.2 Drehzahl-Instrument

Das Anzeige-Instrument „Drehzahl“ zeigt die aktuelle Drehzahl an. Außerdem wird die Drehzahl in der Statusleiste des Programms (unterer Fensterrand) angezeigt.



Wenn Sie keine Drehzahl erhalten, überprüfen Sie den Drehzahlsensor am Prüfstand und den Anschluss an den ROTAS-PC.
Ohne Drehzahl sehen Sie auch keine Spektren!

9.3 Start- und Stopp-Werte

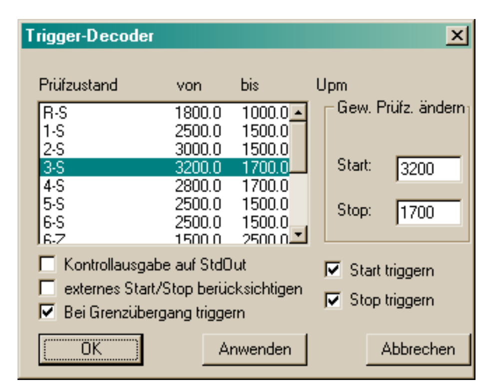
Bei vielen Prüfständen wird die Akustikprüfung durch so genannte Start/Stopp-Werte gesteuert[1]. Dies bedeutet, dass ein analog anliegendes Signal dazu verwendet wird, die Analyse zu starten oder zu stoppen. Im Allgemeinen wird hierzu die aktuelle Drehzahl des Prüfstands verwendet. Der Bereich, in dem in einer Prüfstufe die Akustikprüfung erfolgen soll, ist im Rotas System voreingestellt. Beispielsweise kann festgelegt sein, dass im 3. Gang Hochlauf die Akustikprüfung bei 1200 UpM beginnen und bei 3500 UpM enden soll.

Die Start/Stopp-Drehzahlen werden für die verschiedenen Gänge und Typen in der Datenbank spezifiziert. Sie können sie im Programm ansehen und (vorübergehend) auch ändern.



Öffnen Sie die Systemkonfiguration und doppelklicken Sie auf das Modul Trigger-Decoder (auf das Bildchen oder den Namen). Es erscheint der Trigger-Decoder-Dialog:

In diesem Dialog sehen Sie die Drehzahlbereiche aller Prüfzustände aufgelistet. Wenn Sie eine Zeile selektieren, erscheinen die beiden entsprechenden Grenzen rechts in den Eingabefeldern.



Geben Sie in den Eingabefeldern neue Grenzen für den selektierten Gang ein und klicken Sie mit der Maus auf **Anwenden**, um die veränderten Grenzen in Kraft zu setzen.

Wenn die Triggergrenzen in der Datenbank spezifiziert sind, gelten die geänderten Grenzen *nur bis zum nächsten Datenbankabgleich*. Im Allgemeinen wird ein Datenbankabgleich beim Einlegen eines neuen Prüflings vorgenommen. Dauerhafte Änderungen müssen Sie in diesem Fall in der Datenbank vornehmen.

<u>Beachten Sie:</u> um eine zuverlässige Prüfung zu erhalten, dürfen Hoch- und Runterlauf nicht zu schnell erfolgen. Pro 400 UpM Drehzahlbereich muss wenigstens 1 Sekunde veranschlagt werden. Beispiel: bei einem Hochlauf von 1200 auf 2400 UpM wird ein Bereich von 3 x 400 UpM überstrichen. Dieser Hochlauf darf daher nicht kürzer als 3 Sekunden sein. Um eine sichere Ablaufsteuerung zu garantieren, sollten die Drehzahlgrenzen zusätzlich einige 100 UpM Abstand von den tatsächlichen Umschaltdrehzahlen des Prüfstandes haben.

Beachten Sie weiterhin, dass die Drehzahlgrenzen zu den vom Prüfstand gefahrenen Geschwindigkeiten passen müssen. Der gesamte im Trigger-Dialog angegebene Drehzahlbereich muss während der Rampe auch tatsächlich durchmessen werden.

---

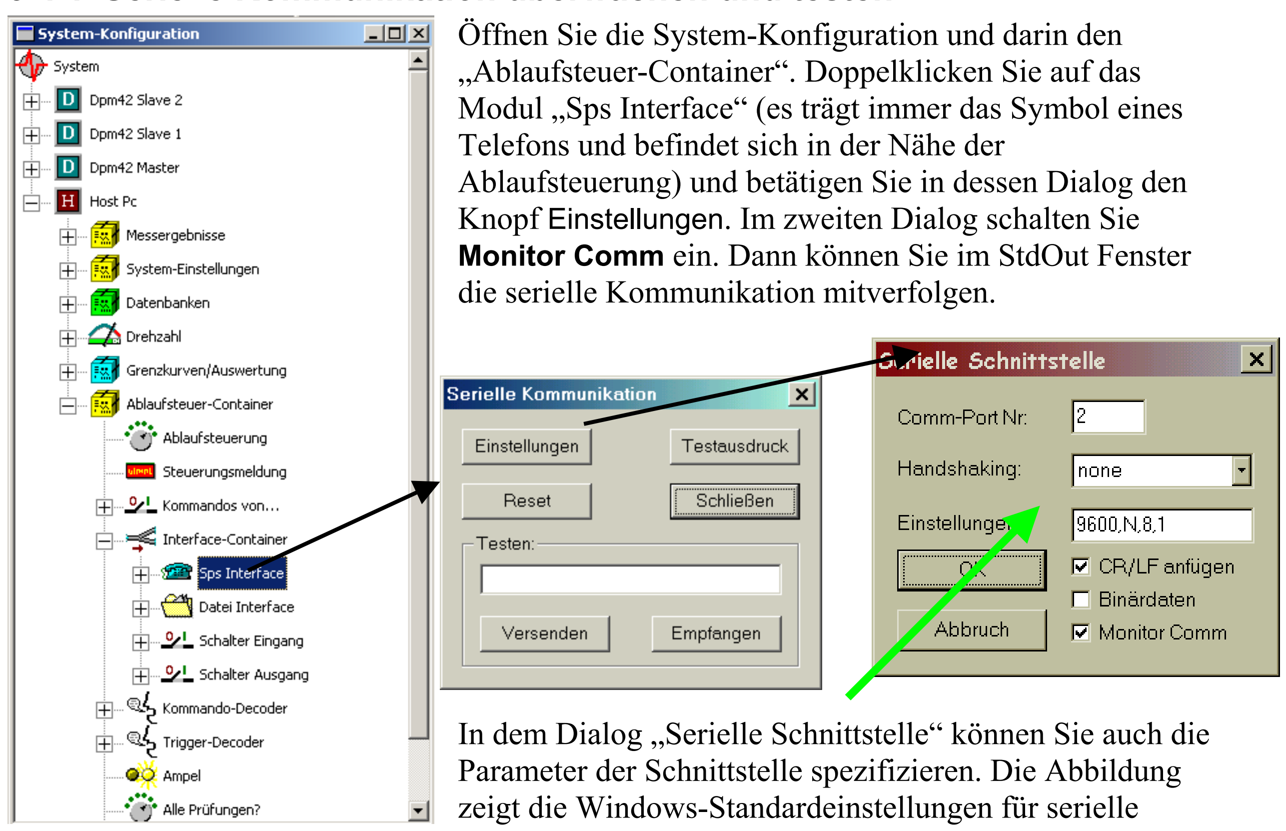
[1] Andere Prüfstände übermitteln direkt die Kommandos für Beginn und Ende der Geräuschanalyse. In diesem Fall kann dieser Abschnitt ignoriert werden.

9.4 Kommando-Orientierte Steuerung des Prüflaufs

Bei den meisten Prüfständen wird der Ablauf der Prüfung über Kommandos gesteuert, die in der Regel über die serielle Schnittstelle an Rotas übergeben werden. An manchen Prüfständen werden diese Kommandos auch direkt über eine Profibus Schnittstellenkarte übertragen. Das Grundprinzip des Kommunikationsablaufs ist aber bei beiden Schnittstellen gleich.

Sollte das Rotas Programm unerwartetes Verhalten zeigen, liegt das häufig an einer Kommunikationsstörung mit dem Prüfstand. Daher sollte zuallererst überprüft werden, ob die Anweisungen des Prüfstands im Rotas Programm auch ankommen.

9.4.1 Serielle Kommunikation überwachen und testen



Öffnen Sie die System-Konfiguration und darin den „Ablaufsteuer-Container“. Doppelklicken Sie auf das Modul „Sps Interface“ (es trägt immer das Symbol eines Telefons und befindet sich in der Nähe der Ablaufsteuerung) und betätigen Sie in dessen Dialog den Knopf Einstellungen. Im zweiten Dialog schalten Sie **Monitor Comm** ein. Dann können Sie im StdOut Fenster die serielle Kommunikation mitverfolgen.

In dem Dialog „Serielle Schnittstelle“ können Sie auch die Parameter der Schnittstelle spezifizieren. Die Abbildung zeigt die Windows-Standardeinstellungen für serielle Schnittstellen: ***9600*** Baud, keine (***N***one) Parität, ***8*** Datenbits, ***1*** Stoppbit.

Sollten Sie keine Daten vom Prüfstand empfangen, überprüfen Sie als erstes, ob das serielle Kabel vom Prüfstand am richtigen seriellen Anschluss des ROTAS-PC angeschlossen ist (vgl. Einstellungen im obigen Dialog des Rotas Programms!), sowie ob die Einstellungen für die serielle Schnittstelle am Prüfstand mit denen des Rotas Programms zusammenpassen.
Alles in Ordnung? – Schließt der Prüfstand sein Kommando mit CR/LF ab, bzw. stimmt die Länge des Kommandostrings?

Mit Hilfe des Eingabefeldes „Testen“ (siehe oben) können Sie von Hand Daten „verteilen“. Der Button „Versenden“ schickt die Daten des Eingabefeldes zum Prüfstand, der Button „Empfangen“ leitet die Daten an das Rotas Programm weiter, so als wären sie über die serielle Leitung vom Prüfstand eingegangen.

9.4.2 Übersicht über die wichtigsten Kommandos

Es gibt eine Vielzahl von Kommandos, mit denen der Prüfstand das Rotas Programm steuern, Daten vom Rotas Programm abfragen und Daten an das Rotas Programm übergeben kann. Daher wird sich die Abfolge der Kommandos von Prüfstand zu Prüfstand unter Umständen drastisch unterscheiden. Dennoch wird man einen gewissen Satz an Kommandos immer wieder finden. Diese Kommandos sollen im Folgenden kurz erläutert werden.

Für alle Kommandos gilt folgendes allgemeine Format:

`Kommando: Argumente CR LF`

Jedem Kommando folgt ein Doppelpunkt. Dieser trennt Kommando und Argumente. Am Ende JEDER Kommandozeile muss ein Carriage-Return und ein Line Feed gesendet werden (ASCII: 13, 10).

9.4.2.1 Insert: TYP

Mit dem Kommando:

`Insert: TYP`

meldet der Prüfstand dem Messprogramm, dass ein neuer Prüfzyklus mit einem Prüfling vom Typ „TYP" beginnen soll. Der Typ (die Prüfvorschrift) „TYP" muss in der Datenbank definiert sein, damit er geprüft werden kann. Wenn Rotas diesen Befehl empfängt, liest es die typspezifischen Daten aus der Datenbank und macht sich prüfbereit. Der „Bereit" Knopf im Fenster „Ablaufsteuerung" zeigt dies an, indem er eingedrückt dargestellt wird. Der Prüfstand bekommt die Rückmeldung:

`<R>Inserted: 1` , wenn alles geklappt hat,

oder

`<R>Inserted: 0` , wenn z.B. der Prüfling in der Datenbank nicht definiert ist.

9.4.2.2 Mode: ABC

Mit dem Kommando

`Mode: ABC`

meldet der Prüfstand dem Messprogramm, welcher Prüfschritt (Gang/Rampe) als nächstes geprüft werden soll. Wenn Rotas diesen Befehl empfängt, passt es dem Gang entsprechend seine Analyseparameter an. Im Fenster „Ablaufsteuerung" wird der aktuelle Prüfschritt markiert dargestellt. Der Prüfstand bekommt die Rückmeldung:

`Ready` , wenn alles geklappt hat,

oder

`Mode?` , wenn der Prüfschritt unerwartet oder nicht erlaubt ist.

9.4.2.3 Measure: 1/0

Manche Prüfstände steuern die Messung direkt mit dem Kommando Measure. Der Prüfstand sendet

`Measure: 1`

wenn die Messung beginnen soll und

`Measure: 0`

wenn sie beendet werden soll. Wenn Rotas diesen Befehl empfängt, werden alle zwischen Measure: 1 und Measure: 0 empfangenen Daten zur Bewertung des Prüflings herangezogen.

Im Fenster „Ablaufsteuerung“ wird die laufende Messung durch den eingedrückten Knopf „Messung“ angezeigt.
Dieses Kommando wird vom Messprogramm nicht beantwortet, aber es gibt beantwortete Varianten des Kommandos (siehe Anhang).
Wenn das Messprogramm die Messung über Trigger steuert (siehe oben), darf der Prüfstand dieses Kommando nicht senden.

9.4.2.4 Remove:

Mit dem Kommando:

    Remove:

beendet der Prüfstand einen regulären Prüfzyklus. Das Messprogramm speichert daraufhin alle gesammelten Auswertungen und übermittelt mit der Antwort:

`<R>Result: 1` (Prüfling i.o.)
oder `<R>Result: 0` (Prüfling n.i.o)

dem Prüfstand das Ergebnis des Prüfzyklus. Der „Bereit“-Knopf im Fenster „Ablaufsteuerung“ wird nicht mehr eingedrückt dargestellt.

9.4.2.5 Reset:

Das Kommando

    Reset:

beendet einen Prüfzyklus, ohne dass das Messprogramm seine Auswertungen speichert. Es dient dazu, das Messprogramm nach einer Störung in einen definierten Ausgangszustand zu bringen („Grundstellung“). Es wird beantwortet mit:

    <R>Status: Reset

Viele Prüfstände schicken, bevor sie das Insert Kommando absetzen, ein Reset-Kommando, um sicherzustellen, dass Rotas im Ausgangszustand ist

9.4.2.6 RequestStatus:

Das Kommando

    RequestStatus:

Ermöglicht dem Prüfstand, abzufragen, ob das Messprogramm im Moment in der Lage ist, Kommandos vom Prüfstand zu verarbeiten. Es wird beantwortet mit:

    <R>Status: Online

wenn das Messprogramm Kommandos vom Prüfstand verarbeiten kann.
Außer in der Initialisierungsphase (nach dem Starten des Programms) gibt es nur eine Möglichkeit, warum das Messprogramm keine Kommandos vom Prüfstand verarbeiten kann: Im Dialog der Ablaufsteuerung wurde auf „Handbetrieb“ umgeschaltet. Daher lautet die Antwort:

    <R>Status: Handcontrol

wenn Rotas gerade keine Kommandos vom Prüfstand verarbeiten kann.

9.4.3 Beispiel für eine Kommandosequenz

Im Folgenden sehen Sie ein Beispiel, wie ein kompletter Prüfzyklus eines 4-Gang-Getriebes vom Prüfstand gesteuert werden kann. Die Messung selbst wird über Trigger gesteuert.

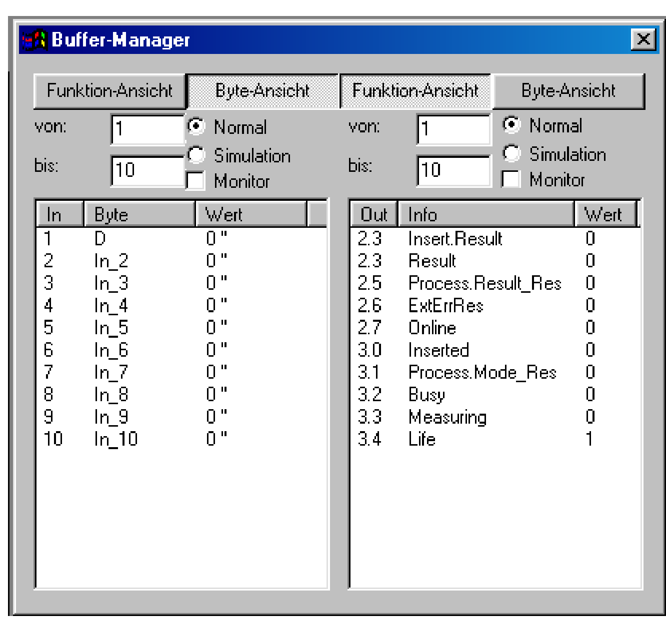
Kommando vom Prüfstand	Antwort von Rotas
RequestStatus:	<R>Status: Online
Reset:	<R>Status: Reset
Insert: 4711	<R>Inserted: 1
Mode: R-Z	Ready
Mode: R-S	Ready
Mode: 4.Z	Ready
Mode: 4-S	Ready
Mode: 3-Z	Ready
Mode: 3-S	Ready
Mode: 2-Z	Ready
Mode: 2-S	Ready
Mode: 1-Z	Ready
Mode: 1-S	Ready
Remove:	<R>Result: 1

9.5 Bit-Orientierte Steuerung des Prüflaufs

Manchen Prüfstände (z.B. die Zahnradabrollmaschinen) kommunizieren mit dem Messprogramm nicht (oder nicht ausschließlich) über Steuerkommandos, sondern über „Steuerbits“. Diese Steuerbits werden entweder über digitale Ein-/Ausgabekarten an das Messprogramm übermittelt oder direkt über eine Profibuskarte.
Auch in diesem Fall lässt sich die Kommunikation mit dem Prüfstand, wie sie vom Rotas Programm wahrgenommen wird, überwachen.

9.5.1 Das „Hauptfenster“ der parallelen Steuerung

Öffnen Sie die System-Konfiguration und darin den „Ablaufsteuer-Container“. Doppelklicken Sie auf das Modul „Kommando-Decoder“ (oder „Bit-Decoder“). Es öffnen sich zwei Fenster, insbesondere das folgende:



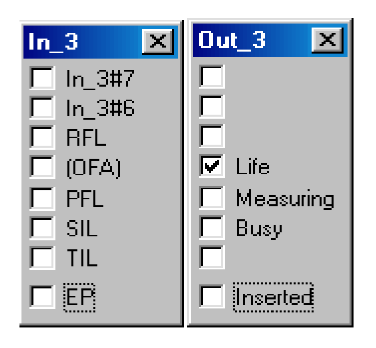
In diesem Fenster (im Folgenden als „Hauptfenster“ bezeichnet) kann man den Zustand der Ein-/ Ausgabeleitungen als ganzes Byte (Zeichen) überwachen. Ferner gibt es verschiedene Einstellmöglichkeiten.
In der linken Hälfte des Fensters wird die Eingangsseite dargestellt, in der rechten Hälfte die Ausgangsseite.

Mit den Einstellungen „von“ und „bis“ legt man fest, welchen Teil der Ein-/ Ausgabeleitungen man sehen möchte. In das Fenster passen ca. 16 Zeilen.
Das jeweils erste Byte des Bereichs trägt die Nummer 1.
Ein evtl. konfiguriertes Ausgabebyte „0“ ist *keine tatsächliche Ausgabeadresse*, sondern eine „Dummy-Adresse“ für interne Zwecke der Steuerung.

In der Abbildung ist die Eingangseite in der „Byte-Ansicht“, die Ausgangseite in der „Funktions-Ansicht“.
In der Byte-Ansicht wird in jeder Zeile ein Byte mit seinem aktuellen Wert als Zahl und als Zeichen dargestellt. Sie dient dazu, die Bytes direkt zu überwachen.
In der Funktions-Ansicht wird in jeder Zeile eine Funktion mit ihrem aktuellen Wert dargestellt. Die letzte Zeile der Ausgabeliste besagt beispielsweise, dass an Byte 3, Bit 4 die Funktion „Life“ den Wert 1 hat. Die Funktions-Ansicht dient dazu, Daten der Schnittstelle so darzustellen, wie der Decoder sie interpretiert. Wenn beispielsweise ein Prüfstand 10 fortlaufende Bytes als Zeichenkette übermittelt (möglicherweise eine Seriennummer), wird diese Zeichenkette als Wert angezeigt. Man braucht sich nicht die 10 Einzelbytes anschauen, was die Übersichtlichkeit erhöht. In der Funktions-Ansicht werden nur Bits/ Bytes/ Bereiche dargestellt, denen eine Funktion zugeordnet ist. Haben Bits/ Bytes/ Bereiche mehrere Funktionen, werden sie auch mehrfach in der Liste aufgeführt. In der Abbildung hat Ausgabebit 2.3 die Funktionen „Insert.Result“ und „Result“.
Um die Richtigkeit der Daten in der Funktions-Ansicht beurteilen zu können, muss man wissen, wie der Decoder die Daten interpretieren soll. Oft gilt eine Funktion nur in einem bestimmten Kontext. (Beispielsweise kann ein Datenbereich von 10 Zeichen Länge mit

gesetztem Bit „Typ“ eine Typ-Information, mit gesetztem Bit „Serial“ aber eine Seriennummern-Information bedeuten.)

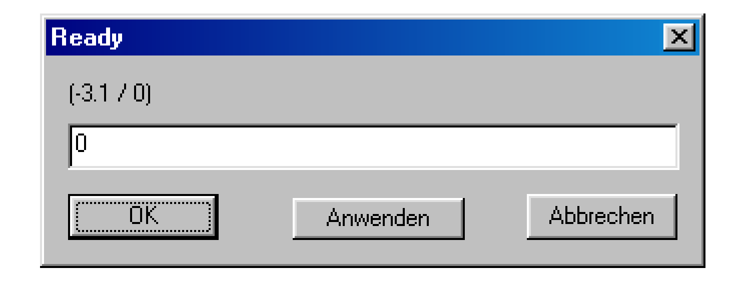
9.5.2 Überwachung und Manipulation einzelner Bits



Durch Klick auf einen der Einträge in der ersten Spalte der Tabelle (In bzw. Out) öffnet sich ein weiteres Fenster, in dem man den Zustand einzelner Bits überwachen und ändern kann (im folgenden „Bit-Fenster“ genannt). In einem solchen Fenster sind die Bits wie folgt geordnet: Bit 7 steht ganz oben, Bit 0 ganz unten.
Wenn man in einem Bit-Fenster auf ein Kästchen klickt, wird direkt der Wert des Bits geändert. Im Fall eines Eingangs-Bits wird die Änderung meist sofort wieder von aktuellen Daten aus der Schnittstelle überschrieben; im Fall eines Ausgangs-Bits wird die Änderung direkt auf die Schnittstelle geschrieben (außer bei Status-Bits, die vom Steuerprogramm regelmäßig aktualisiert werden).
Die Bezeichnung der Bits in einem Bit-Fenster richtet sich nach den Einstellungen des Hauptfensters. „In_3“ ist in Byte-Ansicht beschriftet und zeigt die Namen der Bits, „Out_3“ in Funktions-Ansicht und zeigt (eine) Funktion des Bits. (Wenn ein Bit mehrere Funktionen hat, wird nur eine Funktion angezeigt.) Es fällt auf, dass Bit 1 (zwischen „Busy“ und „Inserted“) nicht beschriftet ist, obwohl es nach Funktions-Ansicht eine Funktion hat. Das liegt daran, dass die funktionelle Zuordnung für dieses Bit eine andere ist.

9.5.3 Manipulation von Funktionswerten

Wie oben erwähnt, dient die Funktions-Ansicht dazu, Werte so darzustellen, wie der Decoder sie interpretiert. Manchmal möchte man solche Werte (z.B. eine Seriennummer) manipulieren, ohne in mehreren Fenstern einzelne Bits setzen zu müssen. Zu diesem Zweck gibt es ein Fenster, das universell gebraucht wird, um Werte zu manipulieren, die nicht notwendig aus einzelnen Bits bestehen. Das oben erwähne Bit 1 von „Out_3“ ist ein solcher Wert. Durch Klick auf den Eintrag 3.1 im Hauptfenster öffnet sich das folgende Fenster:



Dieses Fenster stellt immer den Wert der Schnittstelle in dem Moment dar, in dem das Fenster geöffnet wird. Gibt man einen Wert ein und klickt auf „Anwenden“ wird der Wert auf die Schnittstelle geschrieben (mit den gleichen Einschränkungen wie bei den Einzelbits).
Das Format und der Wertebereich des Wertes werden allein von dem verarbeitenden Modul bestimmt. Im obigen Fall ist es ein einzelnes Bit (genauer: Eine Zahl zwischen 0 und 1). Es kann aber durchaus auch eine Zahl zwischen 0 und 65535 oder eine Zeichenkette sein.

Unter gewissen Gesichtspunkten ist eine Ansicht günstiger als die andere. Wenn man den Status einzelner Bits der Schnittstelle überwachen will, um zu erfahren, ob Prüfstandsaktionen bei Rotas an der richtigen Stelle ankommen, wird man die Byte-Ansicht und möglicherweise die zusätzlichen Bit-Fenster wählen. Wenn man hingegen wissen will, ob Rotas die Daten der

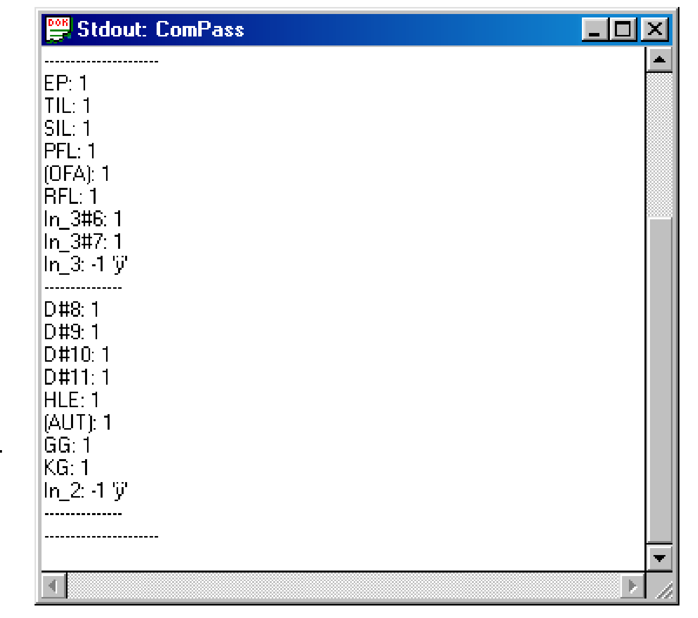
Schnittstelle richtig interpretiert, wird man die Funktions-Ansicht wählen und die Einträge in der Liste des Hauptfensters beobachten.

9.5.4 Simulationsmodus und Signale mitschreiben lassen

Im Hauptfenster kann „Simulation“ eingestellt werden, um Funktionen zu testen. Im Simulationsmodus wird die Schnittstelle nicht berücksichtigt, d.h. es werden keine Werte von der Schnittstelle gelesen oder auf die Schnittstelle geschrieben.

Vergessen Sie nicht, nach Tests in „Simulation“ wieder auf „Normal“ zurückzuschalten.

Um weiterhin überwachen zu können, in welcher Reihenfolge einzelne Bits bei Rotas ankommen, gibt es noch die Einstellung „Monitor“. Wird hier ein Häkchen gesetzt, wird für jedes offene Bit-Fenster (z.B. In_3) eine erkannte Zustandsänderung im StdOut Fenster wie folgt mitgeschrieben:



Die „auf einmal“ erkannten Änderungen werden mit Name des Bits aufgelistet. Als letztes wird auch der neue Wert des gesamten Bytes vermerkt. Es folgt eine „kurze“ Linie zur Trennung, dann die Änderungen des nächsten Bytes.
Am Ende wird eine „lange“ Trennlinie geschrieben. Die zwischen zwei langen Trennlinien notierten Änderungen hat das Programm *gleichzeitig* erkannt.
Manuelle Änderungen werden nicht mitgeschrieben.

9.5.5 Beispiel für einen Prüflauf an einer Zahnradabrollmaschine

Es ist klar, dass für einen Prüflauf, der über Steuerbits geregelt wird, die gleichen Rahmenbedingungen gelten, wie für einen durch Kommandos gesteuerten Prüflauf. Das heißt insbesondere, dass auch hier der Prüfstand dem Messprogramm mitteilen muss, wenn ein neuer Prüfzyklus beginnt, sowie welcher Prüfschritt („Mode“) als nächstes geprüft werden soll. Als Beispiel ist im Folgenden skizziert, wie der Prüflauf an einer Zahnradabrollmaschine (mit einer Schwinge) gesteuert wird.

9.5.5.1 Belegung der Ein-/Ausgabebereiche

In den beiden folgenden Tabellen sehen Sie die Bit-Belegung der Schnittstelle. Nicht bezeichnete Bits sind nicht belegt.

Eingänge:

Bits	0	1	2	3	4	5	6	7
In_1	INSRT	MDSET	DIR	RMV				TTHGT
In_5	Typ als Bytewert							

Ausgänge:

Bits	0	1	2	3	4	5	6	7
Out_1	LIFE	ONL			INS	RDY	MEAS	RVD
Out_2	IO	NIO	FAL					
Out_3	EINSRT	EMDSET						ETTHGT
Out_5	TH1 (Fehlerzahn 1)							

9.5.5.2 Statusinformationen

Das Messprogramm kann dem Prüfstand Informationen über seinen augenblicklichen „Zustand“ (Status) melden. Auf diese Weise kann der Prüfstand sicherstellen, dass eine ordnungsgemäße Prüfung möglich ist. Folgende Statusinformationen sind gebräuchlich:

- „Life“-Bit. Ein „Life-Bit“ wechselt in festem Takt seinen Zustand und damit anzeigt, dass das Gerät „lebt“. Das Bit Out_1.0 (LIFE) im obigen Beispiel ist ein solches “Life-Bit”. Es wechselt ca. alle 500ms seinen Zustand, wenn das Messprogramm ordnungsgemäß läuft.
- „Online“-Bit. Das „Online-Bit“ signalisiert dem Prüfstand (wenn es gesetzt ist), dass das Messprogramm jetzt bereit ist, Steuerbits zu empfangen und zu verarbeiten. Es ist insbesondere dann 0, wenn in den Dialogen der Ablaufsteuerung Handbetrieb angewählt ist. Das Bit Out_1.1 (ONL) im obigen Beispiel erfüllt diese Funktion.
  Bei der Kommando-Schnittstelle kann der Prüfstand diese Information über das Kommando „RequestStatus“ abfragen (siehe oben).
- „Bereit“ und „Messung“-Bit. Diese Bits spiegeln den Status der entsprechenden Knöpfe im Dialog der Ablaufsteuerung wider. Insbesondere das „Messung“-Bit ist interessant, da diese Funktion vom Messprogramm eigenständig gesteuert werden kann, während der Zustand „Bereit“ im Allgemeinen durch Anforderung vom Prüfstand angenommen wird. Im obigen Beispiel ist Bit Out_1.6 (MEAS) ein solches „Messung“-Bit.

Bevor der Prüfstand seinerseits einen Prüfzyklus einleitet, kann er über das Life-Bit und das Online-Bit sicherstellen, dass das Messprogramm ordnungsgemäß läuft und prüfbereit (steuerbar) ist.

9.5.5.3 Beispiel für eine Steuerbit-Sequenz

Allgemein gilt, dass eine Zustandsänderung eine Aktion auslöst. Daher ist im folgenden Beispiel der NEUE Wert eines Bits angegeben. In der Funktionsbeschreibung ist (soweit möglich) auch das Kommando angegeben, das bei einer Kommando- Schnittstelle die gleiche Funktion auslöst.

Daten vom Prüfstand	Antwort von Rotas	Funktion
Typ: 1		
INSRT: 1		„Insert: 1“: Prüfzyklus beginnt, Typ „1“
	INS: 1	1: alles ok, 0: Fehler, z.B. Typ unbekannt
	EINSRT: 1	INS-Bit gültig
DIR: 0		„Z“ (Zugrichtung)
MDSET: 1		„Mode: Z“: Prüfschritt „Z“ (Zugrichtung) anwählen
	RDY: 1	1: ok, 0: Fehler
	EMDSET: 1	RDY-Bit gültig
MDSET: 0	EMDSET: 0	Bits zurücksetzen
	MEAS: 1	Rotas hat Messung gestartet
	IO: 1	IO, NIO, FAL gemäß Ergebnis Prüfschritt
	MEAS: 0	Rotas hat Messung beendet, Ergebnis liegt an
DIR: 1		“S” (Schubrichtung)
MDSET: 1		„Mode: S“: Prüfschritt „S“ (Schubrichtung) anwählen
	RDY: 1	1: ok, 0: Fehler
	EMDSET: 1	RDY-Bit gültig
MDSET: 0	EMDSET: 0	Bits zurücksetzen
	MEAS: 1	Rotas hat Messung gestartet
	IO: 1	IO, NIO, FAL gemäß Ergebnis Prüfschritt
	MEAS: 0	Rotas hat Messung beendet, Ergebnis liegt an
RMV: 1	INS: 0	„Remove“: Prüfzyklus beenden.
	RVD: 1	Rotas hat Prüfzyklus abgeschlossen
INSRT: 0	EINSRT: 0	Bits zurücksetzen, „Reset“
RMV: 0	RVD: 0	Bits zurücksetzen

Die „Reset“-Funktion in der vorletzten Zeile entspricht dem Reset-Kommando. Das heißt, wenn das Bit INSRT auf 0 gesetzt wird, ohne dass vorher RMV auf 1 gesetzt worden ist, beendet das Messprogramm den Prüfzyklus, ohne Daten zu speichern (Abbruch).

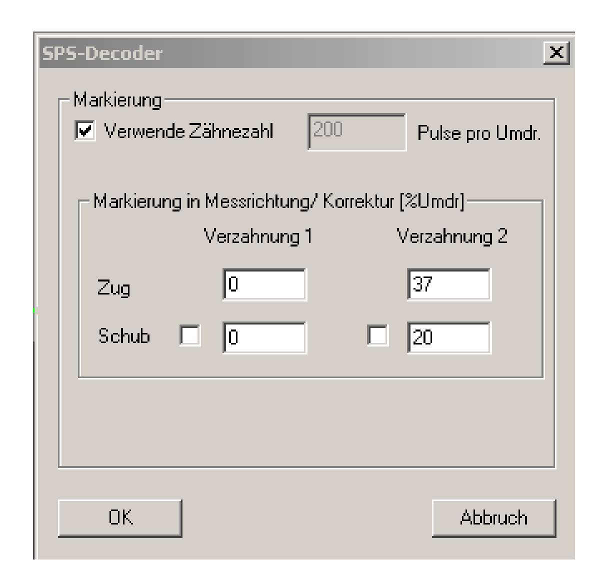
9.5.5.4 Sonderfunktion: Markieren

Wenn bei der Zahnradabrollprüfung ein Fehler festgestellt wird, wird vom obigen Ablauf wie folgt abgewichen:

- tritt der Fehler im 1.Prüfschritt („Z“) auf, wird der zweite Prüfschritt übersprungen.
- Bevor der Prüfzyklus mit „RMV: 1“ beendet wird, wird die Position der Beschädigung wie folgt abgefragt:

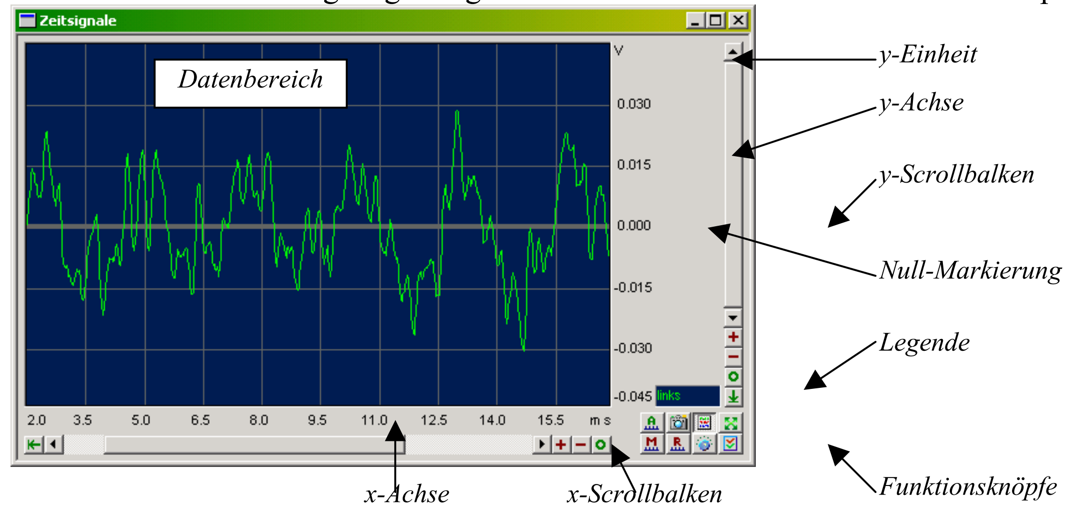
Daten vom Prüfstand	Antwort von Rotas	Funktion
TTHGT: 1	TH1 gemäß Position	„Fehlerzahn“ abfragen
	ETTHGT: 1	TH1 ist gültig
TTHGT: 0	TH1: 0, ETTHGT: 0	Daten zurücksetzen

Der Wert, den das Messprogramm zurückmeldet, gibt die Position des fehlerhaften Zahns relativ zum „Nullpuls“ an. Der Nullpuls ist ein zusätzliches Signal, das dem Rechner zu diesem Zweck zugeführt wird, und das genau einmal pro Umdrehung (stets an derselben Stelle) ausgelöst wird. Da sich bei unterschiedlichen Maschinen die Position von Nullpuls und Markierungsinstrument unterscheiden können, gibt es im Messprogramm die Möglichkeit einen Korrekturwert einzustellen, der diesen Unterschied korrigiert. Den Einstelldialog hierfür erhält man durch Doppelklick auf den „SpsDecoder“ in der Sektion HOST->Ablaufsteuer-Container (der Name des Moduls hat historische Gründe).



10 Die ‚Scope'-Anzeigen

Messkurven (Zeitsignale) und Spektren werden in „Scope"-Fenstern dargestellt. Die untenstehende Abbildung zeigt einige der wesentlichen Bedienelemente des Scope-Fensters:



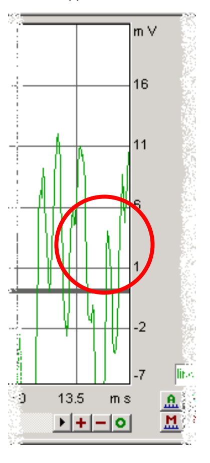
10.1 Einstellen der Skalierung, Zoom

Eine wichtige Funktion des Scopes als Darstellungswerkzeug ist die Wahl der Skalierung (des Wertebereichs). Im Beispiel oben reichen die *x*-Werte der Kurve von 0 bis 0,023 Sekunden = 23 Millisekunden; dargestellt wird aber nur der Ausschnitt von 2 bis 16 Millisekunden. Durch die Skalierungs- und Zoom-Funktionen des Scopes können die wichtigen Bereiche der Kurven genauer untersucht werden.
Die Scrollbalken und die an sie angeschlossenen Knöpfe dienen dazu, die Skalierung der Darstellung einzustellen und zu verändern. Die Knöpfe sind jeweils für beide Achsen gleich. Die Achse selbst zeigt ganz links den kleinsten dargestellten Wert (in der Abbildung 2,0 ms) und dann jeweils die den Gitternetz-Linien entsprechende Werte. Am rechten Ende der Achse wird die Einheit dargestellt (hier s für Sekunden). Bei sehr kleinen oder sehr großen Datenbereichen wird in die üblichen Größenordnungen umgerechnet: Milli- (m), Mikro- (µ), Kilo- (k) usw.

Der Scrollbalken beeinflusst den dargestellten Wertebereich in der üblichen Weise: Man kann den „Griff" verschieben oder in die Bereiche links und rechts davon klicken, um den dargestellten Wertebereich zu verschieben. Die Knöpfe am Scrollbalken haben die folgenden Funktionen:

- Skalierung vergrößern (Hineinzoomen)
- Skalierung verkleinern (Herauszoomen)
- Automatisch skalieren (betrifft nur diese Achse)
- x-Achse so einstellen, dass sie bei Null beginnt
- y-Achse so einstellen, dass sie bei Null beginnt

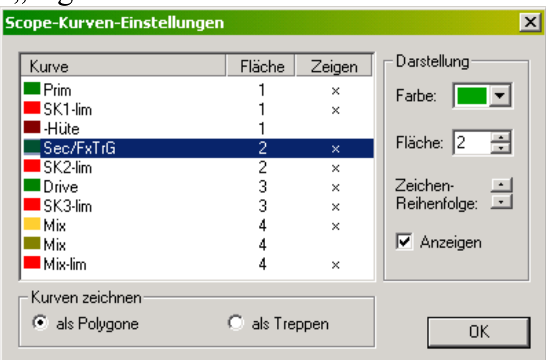
Wenn Sie durch Drücken des [+]-Knopfes in die Daten hineinzoomen, wird der „Griff“ des Scrollbalkens entsprechend kleiner, um anzuzeigen, dass Sie jetzt nur einen kleinen Ausschnitt der Daten sehen. Sollte nach dem Start des Programms die Größe des „Griffs“ eines Scrollbalkens nicht korrekt sein, so wird durch Klicken auf einen der Zoom-Knöpfe oder der Pfeile an den Enden des Scrollbars die Größe des Griffs neu berechnet.



Es kann passieren, dass durch das Hineinzoomen die Null-Position nicht mehr auf einem ganzen Skalenteil zu liegen kommt, wie auf der nebenstehenden Abbildung für die *y*-Achse gezeigt.
In einen solchen Fall können Sie die Achse „zurechtrücken“, indem Sie den Griff des Scrollbalkens einmal anklicken. Die Nullposition wird dann auf den nächsten ganzen Skalenteil verschoben.

10.2 Flächen und Legenden

Der Datenbereich kann in mehrere *Flächen* unterteilt und die Kurven darauf verteilt werden. (Beispielsweise sehen Sie im Spektren-Scope bei der Getriebeprüfung meistens vier Flächen. In den oberen drei Flächen werden jeweils die Geräuschkomponenten der drei Wellen angezeigt, in der vierten Fläche das Gesamtsignal.)
Wenn der Datenbereich in mehrere Flächen aufgeteilt ist, dann gilt die *x*-Achse für alle Flächen gleichermaßen. Die *y*-Achse jeder Fläche ist einzeln beschriftet.
Rechts neben jeder Fläche befindet sich die *Legende*, in der die Namen der Kurven angezeigt werden, jeweils in der Farbe der Kurve.
Der Knopf [Symbol] (zu finden bei den Funktionsknöpfen unten rechts) öffnet den Dialog zur Einstellung der Kurvenfarben und –Flächen. In diesem Dialog wird die Liste der Kurven angezeigt, die beim Scope „angemeldet“ sind:



Die Liste zeigt die Namen der Kurven, deren aktuelle Farbe, sowie die Fläche, in der sie dargestellt werden. Wird eine Kurve in der Liste selektiert, können im Bereich **Darstellung** auf der rechten Seite die Eigenschaften der Kurven geändert werden.
Wählen Sie die gewünschte **Farbe** der Kurve aus der Liste und stellen Sie bei **Fläche** ein, in welcher Fläche die Kurve erscheinen soll. Die oberste Fläche ist Nummer 1, die darunter Nummer 2 usw. Es kann maximal 12 Flächen geben. Es werden immer alle Flächen bis zur höchsten verwendeten dargestellt, auch wenn dazwischen leere Flächen liegen.
Wird das Kontrollkästchen **Anzeigen** ausgeschaltet, so wird die entsprechende Kurve *ausgeblendet*. In der Liste steht dann kein Kreuz in der Spalte **Zeigen**. Eine ausgeblendete Kurve wird allerdings weiterhin in der Legende aufgeführt, um zu zeigen, dass in dieser Fläche verborgene Kurven vorhanden sind. In der Legende erscheint der Name in **{ }** eingeschlossen. Wenn Sie ein Scope-Fenster schließen und wieder öffnen, werden alle ausgeblendeten Kurven wieder normal sichtbar.

Über die **Zeichen-Reihenfolge** können Sie beeinflussen, welche Kurve nach welcher gezeichnet wird. Die später gezeichnete Kurve erscheint im Vordergrund und steht in der Liste weiter oben.

10.3 Die Funktionen der Funktionsknöpfe



Rechts unten im Scope-Fenster befinden sich acht Funktionsknöpfe. Der Knopf dient dazu, die Legenden ein- und auszublenden. Wird die Legende ausgeblendet, steht mehr Platz für die Daten-Flächen zur Verfügung. Solange die Legende eingeblendet ist, erscheint der Knopf niedergedrückt. Ist die Legende ausgeblendet, so verschwinden auch die linken vier Knöpfe (aus Platzgründen). Die weiteren Knöpfe haben die folgenden Funktionen:

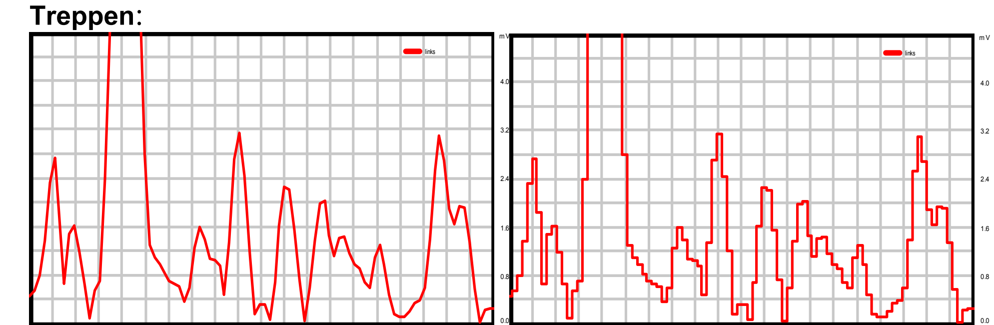
- Automatisch Skalierung (beide Achsen)
- Aktuelle Skalierungseinstellungen merken
- gemerkte Skalierung wiederherstellen
- Standbild: die Kurven werden nicht mehr aktualisiert. Der Knopf erscheint eingedrückt, solange die Standbild-Funktion eingeschaltet ist.
- Öffnet den Dialog zur Einstellung der Kurvenfarben und –Flächen (siehe oben)
- Öffnet den Optionen-Dialog
- Öffnet das Datenbeobachtungs-Fenster

Die Standbildfunktion ermöglicht es, während einer laufenden Messung ein „Foto“ der aktuellen Messkurven zu schießen. Sie können dann in Ruhe diese Kurven untersuchen (z.B. an interessanten Punkten hineinzoomen und die Werte ablesen oder die Kurven ausdrucken), während im Hintergrund die Messung weitergeht. Ist das Scope in eine übliche Messapplikation (z.B. Getriebeprüfung) eingebunden, so wird die Standbildfunktion zu gewissen Zeiten des automatischen Prüfablaufs automatisch ausgeschaltet.

10.4 Darstellungsoptionen

10.4.1 Darstellung als Polygone oder Treppen

Sie haben die Wahl zwischen zwei Arten der Darstellung von Kurven: als **Polygone** oder als **Treppen**:

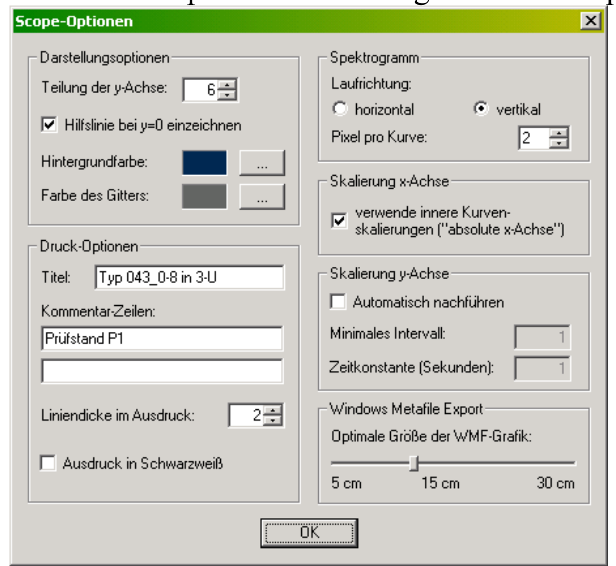


Darstellung als Polygone *Darstellung als Treppen*

Bei der Darstellung als Polygone werden die Datenpunkte der Kurve direkt miteinander verbunden. Jeder „Knick“ der Kurve liegt also genau auf der Position eines Datenpunktes. In dieser Darstellung kann man sehr gut die *x*-Position von Datenpunkten ablesen.
In der Treppen-Darstellung wird für jeden Datenpunkt eine Treppenstufe gezeichnet, die um die *x*-Position des Datenpunktes zentriert ist. Diese Darstellungsform ist sehr gut geeignet, um den *y*-Wert eines Datenpunktes abzulesen.

10.4.2 Weitere Optionen

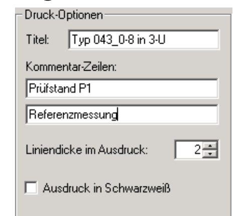
Im Dialog **Scope-Optionen** können Sie verschiedene Aspekte des Erscheinungsbildes des Scopes einstellen. Sie öffnen den entsprechenden Dialog mit dem Knopf .



Im Bereich **Darstellungsoptionen** oben links können Sie festlegen, in wie viele Teile die *y*-Achse unterteilt werden soll (wie viele Gitternetzlinien es geben soll). Weiterhin können Sie das Einzeichnen der Null-Linie ein- und ausschalten und die Farben für den Hintergrund und das Gitternetz einstellen.

10.5 Scope Drucken

Ein Scope-Fenster kann ausgedruckt, wie es unter Windows üblich ist: indem Sie das Fenster in den Vordergrund holen und aus dem Menü **Datei** den Befehl **Drucken** wählen.
Der Ausdruck eines Scopes ist keine 1-zu-1-Abbildung des Fensters. Vielmehr werden die Datenbereichs-Flächen so auf der Seite angeordnet, dass der verfügbare Platz möglichst gut ausgenutzt wird, unter Berücksichtigung der Papier-Ausrichtung (Hoch- oder Querformat). Auch wird keine Hintergrundfarbe gedruckt, jede Fläche bekommt eine eigene beschriftete *x*-Achse, und die Legende wird nicht neben die Flächen sondern in deren rechte obere Ecke gesetzt.
Für den Ausdruck können ein Titel und zwei Kommentar-Zeilen verwendet werden, um die gezeigten Daten zu erläutern. Im **Scope Optionen**-Dialog (Knopf ; siehe vorige Seite) finden Sie unten links den Bereich **Druck-Optionen**, der verschiedene Aspekte des Ausdrucks regelt:

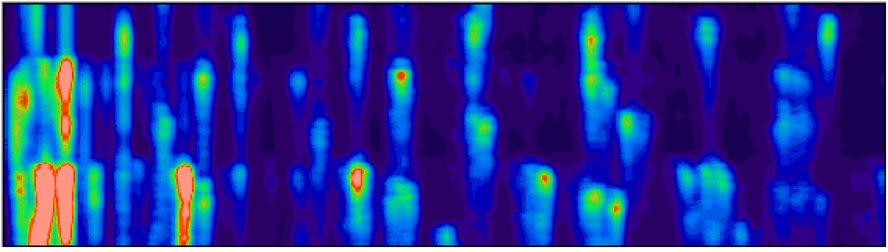


Hier können Sie den **Titel** und die **Kommentar-Zeilen** eingeben. (Meist generiert das Messprogramm einen automatischen Titel und vielleicht auch einen Kommentar. Diese Vorschläge können Sie im Dialog ändern.)
Drucker haben naturgemäß eine sehr viel feinere Auflösung als die Darstellung am Bildschirm. Dies kann dazu führen, dass insbesondere Kurven in hellen Farben (z.B. gelb) schlecht zu sehen sind. Daher empfiehlt es sich, für die **Liniendicke im Ausdruck** einen Wert größer als 1 (Pixel) anzugeben (die Voreinstellung 2 hat sich bewährt). Darüber hinaus sind manche Druckertreiber nicht in der Lage, bei Linien der Dicke 1 alle Farben darzustellen und produzieren ggf. schwarze Linien.
Normalerweise wird das Scope in Farbe ausgedruckt. Wenn Sie einen Schwarzweiß-Drucker haben, erscheinen die farbigen Linien in Graustufen, was nicht immer eine gute Unterscheidung der Kurven ermöglicht. Wenn Sie die Option **Ausdruck in Schwarzweiß** aktivieren, dann werden die verschiedenen Farben im Ausdruck durch unterschiedliche

Strichelungen ersetzt. Hier gilt allerdings die Warnung, dass manche Druckertreiber keine gestrichelten Linien unterstützen (Sie erhalten dann einheitliche Kurven in Schwarz).

10.6 Spektrogramm Darstellung

Statt als Kurven können Daten auch als Farbintensitäts-Diagramm dargestellt werden. (Handelt es sich bei den Daten um Spektren, so nennt man die Farbintensitäts-Diagramme auch *Spektrogramm*. Dieser handlichere Begriff wird in der Bedienung des Scopes generell für alle Arten der Farbintensitäts-Darstellung verwendet.)
Bei einem Spektrogramm wird jede Kurve in eine Pixel-Zeile des Bildes übersetzt, wobei die Farbe jedes Pixels aus dem Wert der Kurve an diesem Punkt berechnet wird. Typischerweise entsprechen hellere und intensivere Farben einem höheren Wert:



Beim Eintreffen einer neuen Kurve wird das bisherige Bild um eine Pixel-Zeile nach oben geschoben, d.h. die Bild-Daten der älteren Kurve(n) bleiben erhalten. Dadurch kann man in der Spektrogramm Darstellung einen Überblick über die jüngste Vergangenheit bekommen. Der Nachteil ist, dass die Farbdarstellung nur eine ungefähre Vorstellung von den Kurvenverläufen gibt und es nicht erlaubt, exakte Werte abzulesen.
Die Spektrogramm Darstellung wird über das Kontext-Menü der Datenbereichs-Fläche ein- und ausgeschaltet. Man ruft durch Klick mit der rechten Maustaste in der betreffenden Fläche das Menü auf und wählt den obersten Befehl **Spektrogramm**:

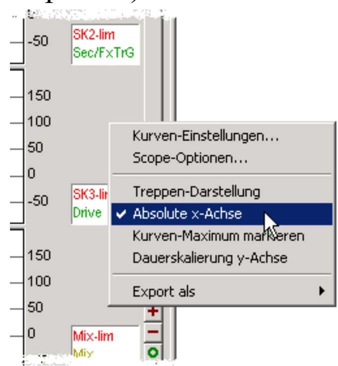


Bei einer Spektrogramm Darstellung werden die Datenwerte in Farben übersetzt. Dieser Übersetzung liegt eine Farbtabelle mit einer bestimmten Anzahl von Einträgen (verschiedenen, abgestuften Farben) zugrunde. Bei der Umrechnung wird so verfahren, dass die Farbtabelle genau den aktuell angezeigten Bereich der y-Achse umfasst. Ändert man die y-Skalierung durch Zoom oder Verschieben, so ändert sich die Farbzuordnung im Spektrogramm. (Diese Änderung wird erst bei neu hinzukommenden Kurven wirksam, d.h. man beobachtet ein „Hinausschieben" der älteren Daten.) Lässt man durch den Knopf die y-Achse automatisch skalieren, so wird auch die Abbildung auf die Farbtabelle dem aktuellen Datenbereich angepasst.
Die x-Achse gilt für Kurvenplots und Spektrogramme gleichermaßen (solange die Laufrichtung des Spektrogramms vertikal ist; siehe dazu die unten beschriebenen Spektrogramm Optionen). Ändert man die x-Skalierung durch Zoom oder Verschieben, so ändert sich das Spektrogramm entsprechend (auch hier wieder nur für neu hinzukommende Kurven).

10.7 Relative und absolute x-Achse

Für manche Kurvendaten – speziell für Ordnungsspektren bei der Getriebeanalyse – gibt es in den Daten enthaltene Skalierungsfaktoren. Diese Faktoren setzen die Spektren für verschiede-

ne umdrehungssynchron analysierte Drehachsen mit unterschiedlichen Drehzahlen zueinander in Beziehung.
Für solche Daten erlaubt das Scope zwei Arten der Darstellung: jedes Spektrum wird für sich auf die *x*-Achse des Scopes bezogen, oder die Spektren werden so umgerechnet, dass sie sich auf das Spektrum der Drehzahlquelle beziehen. Diese beiden alternativen nennt man *relative* und *absolute x*-Achse.
Anders ausgedrückt: sieht man in einem Spektrum eine Spitze, so kann man bei der Einstellung „relative *x*-Achse" direkt an der Achsenbeschriftung des Scopes die Frequenz (Ordnung) zu dieser Spitze ablesen, bei der Einstellung „absolute *x*-Achse" kann man an der Achsenbeschriftung des Scopes ablesen, bei welcher Frequenz (Ordnung) *bezogen auf die Drehzahlquelle* (Antriebswelle) die Spitze liegt.
Dieser Unterschied wird auch in der Länge der Kurven sichtbar: bei „absoluter *x*-Achse" spiegelt die Länge der Kurven die relative Drehfrequenz wider (langsamer drehende Wellen produzieren kürzere Spektren). Bei „relativer x-Achse" entspricht die Länge der Kurven der tatsächlichen Länge der Spektren (also im Allgemeinen eine Zweierpotenz).
Die Umschaltung zwischen absoluter und relativer *x*-Achse kann über das Popup-Menü des Scopes erfolgen. Dieses erreicht man, indem man mit der rechten Maustaste im Bereich *außerhalb der Datenbereichs-Flächen* (also z.B. zwischen den Legenden) klickt:
Hier wählt man den Menüpunkt **absolute x-Achse**. Man kann an dem Häkchen vor dem Menüpunkt auch ablesen, ob die „absolute *x*-Achse" zurzeit eingeschaltet ist oder nicht.



10.8 Probleme bei der Scope Anzeige

Keine Spektren im Scope, oder Kurven bewegen sich nicht?

Spektren (und auch Zeitsignale) werden nur berechnet und dargestellt, wenn

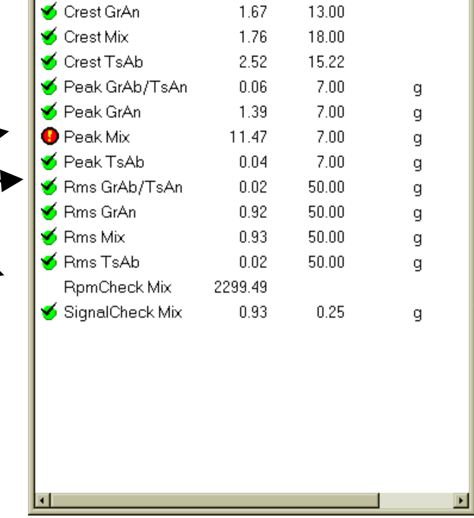
- ein Prüfling eingelegt ist,
- ein Prüfzustand eingelegt ist,
- die Drehzahl hoch genug ist.

- Ob ein Prüfling und ein Prüfzustand eingelegt sind, lässt sich in der Anzeige „Ablaufsteuerung" überprüfen (siehe Abschnitt: Überwachung des Prüflaufs).
- Wenn es ein Drehzahlinstrument gibt, überprüfen Sie, ob dort die richtige Drehzahl angezeigt wird. Überprüfen Sie im Zweifelsfall den Drehzahlsensor und dessen Kabel.
- Sind diese Bedingungen erfüllt, schließen Sie das Scope-Fenster und öffnen Sie es wieder (mit dem entsprechenden Knopf der Toolbar). Drücken Sie den Autoscale-Knopf (siehe oben).
- Holen Sie durch Anklicken in der Taskleiste das Fenster „Stdout" in den Vordergrund. Möglicherweise hat das Messprogramm dort Fehler- oder Statusmeldungen vermerkt.
- Als letztes Mittel: Beenden und Neustart des Rotas Programms, anschließend Neubeginn des Prüflaufs am Prüfstand.

11 Messergebnisse

11.1 Tabellenfenster

Im Tabellenfenster werden die Ergebnisse der Einzelmesswerte aufgelistet Die Werte in der Tabelle gelten immer für die zuletzt gemessene Prüfstufe.
Diese wird in der Titelzeile angegeben.
Das Ergebnis der Bewertung für die einzelnen Größen wird durch farbige Symbole vor den Werten angezeigt:



Messwert-Tabelle 5-Z

Name	ist	Grenze	Einheit
Crest GrAb/TsAn	3.39	16.06	
Crest GrAn	1.67	13.00	
Crest Mix	1.76	18.00	
Crest TsAb	2.52	15.22	
Peak GrAb/TsAn	0.06	7.00	g
Peak GrAn	1.39	7.00	g
Peak Mix	11.47	7.00	g
Peak TsAb	0.04	7.00	g
Rms GrAb/TsAn	0.02	50.00	g
Rms GrAn	0.92	50.00	g
Rms Mix	0.93	50.00	g
Rms TsAb	0.02	50.00	g
RpmCheck Mix	2299.49		
SignalCheck Mix	0.93	0.25	g

rotes Symbol: Wert nicht in Ordnung
grünes Symbol: Wert in Ordnung
kein Symbol: nicht gemessen oder ohne Bewertung

Die Werte aus der Tabelle werden in das „lange Protokoll“ (siehe unten) übernommen.

11.2 Berichtsfenster

Im Berichtsfenster werden alle Defekt-Meldungen und Protokoll-Werte zusammengefasst.

Berichtsausdruck

```
MQ350 P2   Typ 1 Palette 0   17.Mar'2000,11:08:22 Getriebe n.i.O. ***
--------------------------------------------------------------------------------
Code Fehlertext                                Gang   Ist Grenz  Mw     E     O/Tp Kx
203  Getriebe laut im 3.-Gang                   3-Z  81.5/ 80.0/ 21.6 dBg   60.00 GrAn
203  Getriebe laut im 3.-Gang                   3-Z  83.4/ 80.0/ 28.6 dBg   60.00 Mix
202  Getriebe laut im 2.-Gang                   2-S  83.4/ 80.0/ 37.4 dBg   60.00 Mix


                 Messwerte-Protokoll

  Parameter            Ist   | Grenze  | Mittel  | Ordn. ||   Ist  | Grenze  | Mittel  | Ordn.
-------------------------|---------|---------|-------||--------|---------|---------|------------
           GAn              (SK1 )                     ||      (Mix)
 R-Z Gan_H1          28.0   |  115.0  |   30.3  |  12.0 ||  37.8  |  115.0  |   41.8  |  12.0
     Gan_H2          28.4   |  110.0  |   24.1  |  24.0 ||  37.2  |  115.0  |   34.5  |  24.0
     Crest            1.8   |   18.0  |    1.9  |
 R-S Gan_H1          29.1   |  115.0  |    0.0  |  12.0 ||  38.7  |  115.0  |    0.0  |  12.0
     Gan_H2          27.0   |  110.0  |    0.0  |  24.0 ||  35.3  |  115.0  |    0.0  |  24.0
     Crest            1.9   |   18.0  |    0.0  |
 1-Z Gan_H1           6.0   |  115.0  |   29.4  |  12.0 ||  11.8  |   80.0  |   35.8  |  12.0
     Gan_H2          -1.3   |  110.0  |   27.3  |  24.0 ||   5.8  |   80.0  |   34.1  |  24.0
     Crest            1.7   |   14.0  |    3.7  |
 1-S Gan_H1          -1.7   |  115.0  |   32.0  |  12.0 ||  14.4  |   80.0  |   40.0  |  12.0
     Gan_H2          -8.8   |  110.0  |   29.6  |  24.0 ||   4.0  |   80.0  |   37.7  |  24.0
     Crest            1.7   |   13.0  |    4.0  |
 2-S Gan_H1          26.9   |  115.0  |   27.1  |  19.0 ||  36.1  |   80.0  |   35.2  |  19.0
     Gan_H2          27.6   |  110.0  |   27.5  |  38.0 ||  35.3  |   80.0  |   35.1  |  38.0
     Crest            1.8   |   14.6  |    3.9  |
 3-Z Gan_H1          27.4   |  115.0  |   23.0  |  28.0 ||  37.4  |   80.0  |   31.7  |  28.0
     Gan_H2          36.9   |  110.0  |   21.7  |  56.0 ||  42.9  |   80.0  |   28.8  |  56.0
     Crest            1.8   |   13.0  |    3.7  |
```

Im oberen Teil sehen Sie die Gesamtbewertung mit Uhrzeit und Datum sowie die Liste der gefundenen Defekte.

Im unteren Teil werden die Messwerte aufgelistet. Diese Liste ist das „lange Protokoll“.

Die Auflistung aller Fehlercodes und –Texte finden Sie in der Datei `Errcode.set` im Projektverzeichnis (`C:\RotasData\`*`(Ihr Projekt)`*`\Errcode.set`).

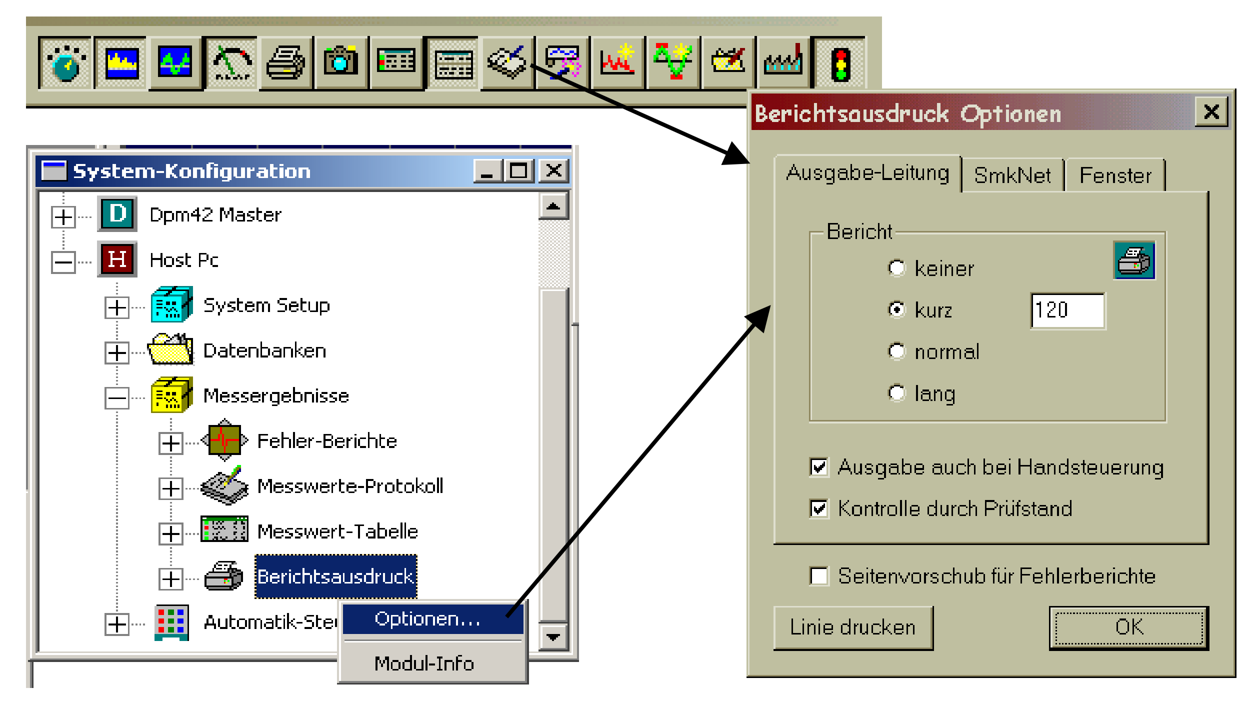
Der Umfang des langen Protokolls wird in der Datenbank festgelegt (siehe „Protokoll-Listen“ in der Datenbank-Dokumentation). Es werden nur diejenigen Messwerte angezeigt, für die in der Datenbank ein Protokoll angefordert wurde.

Die Daten des langen Protokolls werden in den Protokolldatenbanken abgelegt und können mit dem Statistik-Werkzeug ausgewertet werden.

11.3 Bericht ausdrucken

Alle Daten, die im Berichtsfenster angezeigt werden können (Fehlerberichte/ langes Protokoll), kann man auch auf einen seriell angeschlossenen Protokolldrucker (in der Regel mit Endlospapier) ausgeben lassen, sowie in einer Datei speichern. Durch einen Dialog im Programm können Sie festlegen, welchen Umfang der gedruckte (gespeicherte) Bericht haben soll.

Betätigen Sie dazu in der Toolbar den dargestellten Knopf. Sollte die Toolbar Ihres Projekts den Knopf nicht haben, erreichen Sie den entsprechenden Dialog auch über den Systembaum durch Rechtsklick auf das Symbol „Berichtsausdruck" und Auswahl von **Optionen...**.
In dem Dialog, der sich jetzt öffnet, wählen Sie die Abteilung „Ausgabe-Leitung":



Im Dialog können Sie zwischen folgenden Optionen für den Berichtsausdruck wählen:

- **keiner**: es wird keinerlei Bericht gedruckt.
- **kurz**: bei einer i.O. Prüfung wird nur die Serien- oder Palettennummer ausgedruckt, und zwar mehrere auf einer Druckzeile. (Daher wird in dem nebenstehenden Feld die Länge einer Druckerzeile angegeben.) Bei n.i.O. Prüfungen werden die Fehlermeldungen gedruckt.
- **normal**: für jede Prüfung wird eine volle Zeile ausgegeben mit Typ, Seriennummer, Prüfzeit, Gesamtergebnis usw. Für n.i.O. Prüfungen werden zusätzlich die Fehler aufgelistet.
- **lang**: wie ‚**normal**', aber zusätzlich wird das „lange Protokoll" mit ausgedruckt.

„Ausgabe auch bei Handsteuerung": normalerweise wird nur im automatischen Betrieb gedruckt. Mit diesem Kästchen können Sie Berichtsausdrucke auch erhalten, wenn Rotas im Handbetrieb ist.

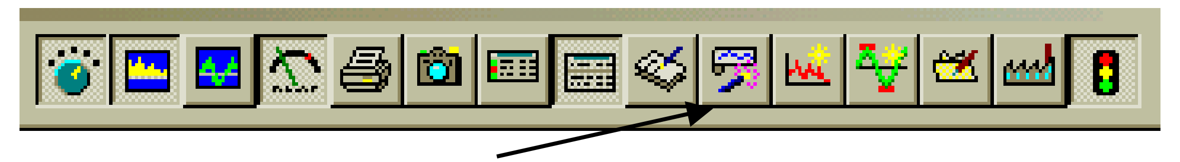
„Kontrolle durch Prüfstand“: manche Prüfstände verfügen über einen Knopf direkt am Prüfstand zur Anforderung eines langen Protokollausdrucks. Dieser Knopf wird durch dieses Häkchen freigeschaltet.

„Seitenvorschub für Fehlerberichte“: Ist diese Option angewählt, so wird vor und nach einer n.i.O. Prüfung ein Seitenvorschub durchgeführt, so dass die Fehlerberichte dieses Prüflings auf einer eigenen Seite stehen.

Linie drucken: Wenn Sie diesen Knopf betätigen, wird eine waagerechte gestrichelte Trennlinie ausgedruckt. Sie können damit Markierungen im Ausdruck anbringen oder auch einfach den Drucker testen.

11.4 Ausdruck eines langen Protokolls einmalig anfordern

Es kommt vor, dass während des Prüfbetriebs ein langer Protokollausdruck nur für den aktuell gemessenen Prüfling (z.B. ein Kalibriergetriebe oder ein Prototyp) gewünscht wird. Diese Funktion kann über einen Knopf in der Toolbar ausgelöst werden.



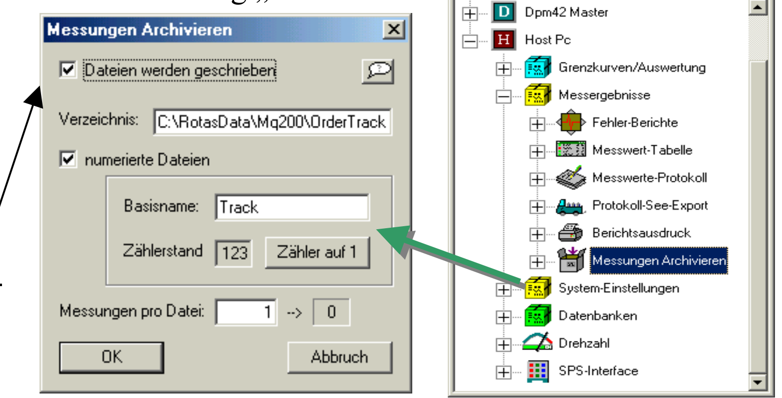
Drücken Sie den bezeichneten Knopf mit der Maus ein. Dadurch fordern Sie ein langes Protokoll für die aktuelle Prüfung (bzw. die nächstfolgende) an. Das Protokoll wird am Ende der Gesamtprüfung gedruckt.

Der Knopf bleibt eingedrückt, bis das Protokoll gedruckt wurde, und zeigt dadurch, dass ein langes Protokoll angefordert wurde. Wenn Sie den Knopf vor Abschluss der Prüfung wieder mit der Maus lösen (noch einmal drücken), so wird das Protokoll wieder abbestellt und es wird so gedruckt, wie es im Dialog auf der vorigen Seite eingestellt wurde.

11.5 Messungen Archivieren

An manchen Prüfständen kann Rotas so konfiguriert werden, dass alle Messungen (alle Kurven, bewertete Spektren, Protokollwerte etc.) in Archiv-Dateien gespeichert werden.

Diese Archive können dann mit dem *Präsentations-Programm* ausgewertet werden.
Zur Einrichtung der Archivierung suchen Sie im Systembaum das Modul „Messungen Archivieren“ auf. Sie finden es in der Abteilung „Host“:



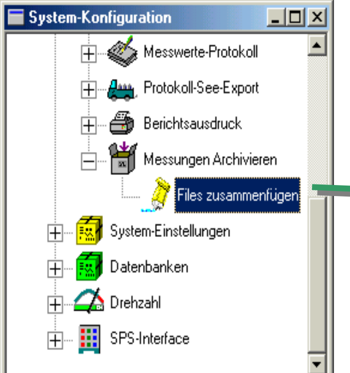
Wenn Sie auf dieses Modul doppelklicken, gelangen Sie zum Einstelldialog:

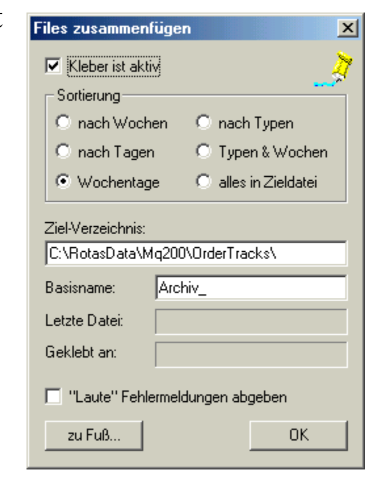
Achten Sie darauf, dass das Kontrollkästchen **Dateien werden geschrieben** eingeschaltet ist, wenn Sie Messungen archivieren wollen.

Weiterhin spezifizieren Sie in diesem Dialog das Verzeichnis, in dem die Messungen abgelegt werden. Normalerweise wird pro Messung (pro Getriebe) eine Datei erzeugt.

Wenn Sie **nummerierte Dateien** einschalten, dann werden die Dateinamen aus dem angegebenen **Basisnamen** und der laufenden Nummer gebildet. Anderenfalls wird die vom Prüfstand übermittelte Seriennummer anstelle der laufenden Nummer verwendet.

Im Systembaum unterhalb des „Messungen Archivieren“ finden Sie das Modul „Files zusammenfügen“. Dieses Modul kann die einzelnen Dateien (einzelnen Messungen) zu größeren Dateien zusammenfassen. Doppelklicken Sie auf „Files zusammenfügen“, um festzulegen, nach welchen Kriterien die Messungen sortiert werden sollen.





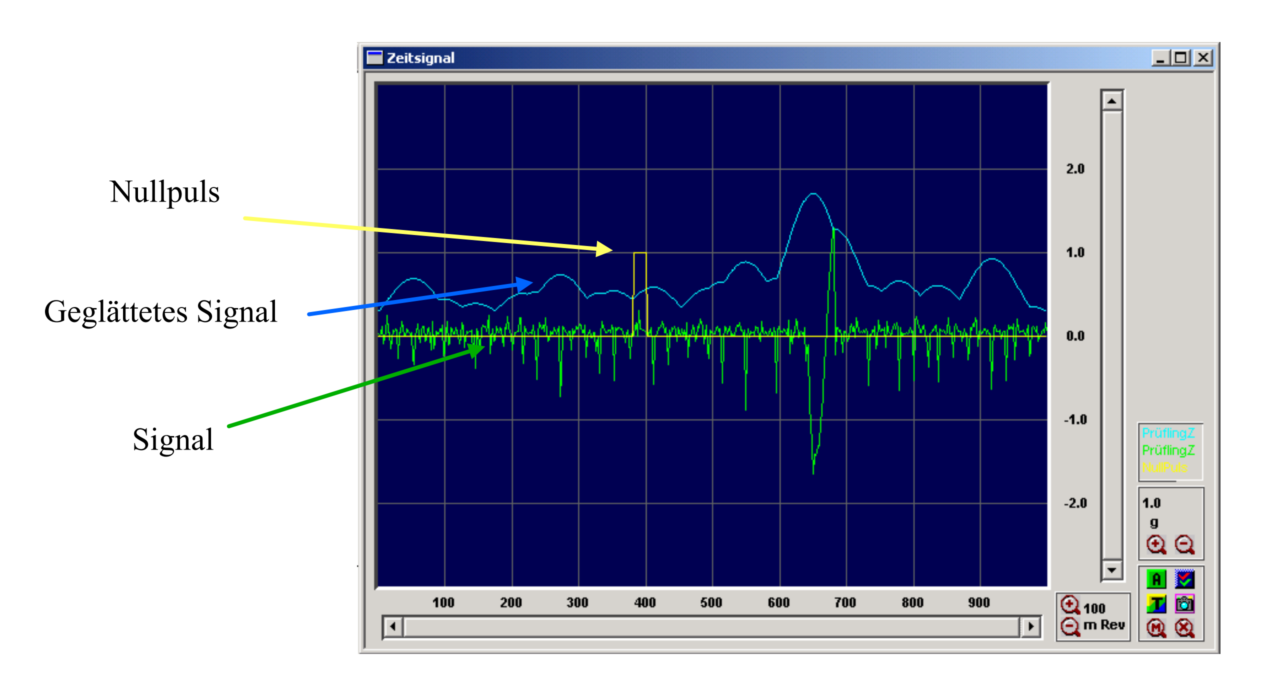
Auch hier müssen Sie wieder darauf achten, dass das Kontrollkästchen **Kleber ist aktiv** eingeschaltet ist, wenn Sie wünschen, dass das Modul die Einzeldateien verbindet.
Sie haben verschiedene Sortierungsvarianten zur Auswahl. Bedenken Sie, dass sich die Archivdateien auf der Festplatte ansammeln. Je nach Umfang Ihrer Prüfung hat eine Messung eine Größe von 50–150 KByte. Wenn Sie einen Prüfstand wochenlang unbeaufsichtigt archivieren lassen, wird irgendwann die Festplatte voll sein.

Dagegen gibt es zwei Strategien: Sie können die Dateien auf einen Server übertragen (und von dort auf CD „toasten“), oder Sie können die Sortierungsvariante **Wochentage** wählen. Dann werden alle Messungen eines Wochentages in einer Datei archiviert (ein Montags-Archiv, ein Dienstags-Archiv usw.). Nach einer Woche wird das alte Archiv gelöscht und ein neues begonnen. So haben Sie immer alle Messungen einer Woche, ohne dass der Speicherbedarf unbegrenzt ansteigt.

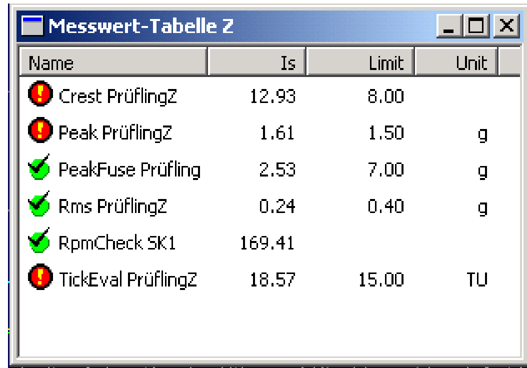
12 Einige Messgrößen und ihre Bedeutung

In diesem Kapitel wird beschrieben, wie die am häufigsten vorkommenden Messgrößen berechnet werden und welche Bedeutung sie für einen Prüfling, hier insbesondere ein Zahnrad bei der Zahnradabrollprüfung, haben. Bei einem Getriebe beziehen sich die Messgrößen auf die Verzahnungen einer Welle.

12.1 Messgrößen aus dem Zeitsignal



Die Abbildung zeigt das Zeitsignal eines Zahnrads mit einem beschädigten Zahn. Eine solche Beschädigung führt zu **Klopfgeräuschen** bei der Abrollprüfung und im fertigen Getriebe. Rechts ist die Tabelle mit den dazugehörigen Messwerten dargestellt.



Messwert-Tabelle Z

Name	Is	Limit	Unit
Crest PrüflingZ	12.93	8.00	
Peak PrüflingZ	1.61	1.50	g
PeakFuse Prüfling	2.53	7.00	g
Rms PrüflingZ	0.24	0.40	g
RpmCheck SK1	169.41		
TickEval PrüflingZ	18.57	15.00	TU

Aus dem **Zeitsignal** werden drei verschiedene Messgrößen bestimmt: Peak, RMS und Crest.

Der **Peak** ist der maximale Ausschlag des Signals und lässt sich direkt am Zeitsignal (bzw. geglättetes Signal) ablesen. Bei einem **beschädigten** Zahnrad (siehe oben) wird man einen hohen Peak-Wert erwarten.

Der **Rms**-Wert bezeichnet die Energie, die im Signal steckt. Tendenziell ähnlich verhält sich der Mittelwert des geglätteten Signals (und den kann man sich vielleicht noch vorstellen). Mit anderen Worten: Sind im Signal viele hohe Ausschläge, wird der Rms-Wert hoch sein. Eine isolierte Spitze hingegen (siehe oben) lässt den Rms-Wert nicht deutlich ansteigen, da die niedrigen Signalanteile überwiegen. Bei einem hohen Rms-Wert ist das Zahnrad allgemein **laut**.

Der **Crest**-Wert berechnet sich ungefähr als Verhältnis von Peak zu Rms. Ein hoher Peak-Wert gegenüber einem niedrigen Rms-Wert (siehe oben) führt zu einem hohen Crest-Wert. Diese Eigenschaft macht den Crest-Wert zum Standardkriterium zur Erkennung von **beschädigten** Zahnrädern mit nur *einem* beschädigten Zahn.

Zahnräder, bei denen mehrere Zähne beschädigt sind, fallen möglicherweise nicht durch einen hohen Crest-Wert auf. Der Grund ist der folgende: Beschädigungen zeichnen sich durch hohe Ausschläge aus. Mehrere hohe Ausschläge machen das Zahnrad generell lauter: Der Rms-Wert wird größer. Im Crest wird sich das Verhältnis großer Peak-Wert zu großem Rms-Wert widerspiegeln mit der Folge: Der Crest-Wert bleibt klein.

Daher ist ein weiterer Messwert zur Erkennung von mehrfachen Beschädigungen nötig: Der **TickEval**-Wert. Er wird nicht direkt aus dem Zeitsignal bestimmt, sondern aus Kurzzeit-spektren. Dementsprechend ist die Berechnung im Vergleich zum Crest-Wert deutlich aufwändiger, weshalb er bei Getrieben meist nicht benutzt wird. Bei **Beschädigungen**, insbesondere bei mehrfachen, ist dieser Wert hoch.

In der Zeitsignal-Anzeige ist zusätzlich noch der **Nullpuls** dargestellt. Dies ist ein Signalimpuls, der einmal pro Radumdrehung ausgelöst wird (Null-Position des Prüflings). Dieses Signal wird bei Anlagen benötigt, die beschädigte Zähne markieren sollen. Während einer Messung (Zug- oder Schubmessung) darf der Nullpuls nicht wandern (wenn doch: Typauswahl und Zähnezahl prüfen).

In der obigen Messwert-Tabelle sind ferner noch ein Peak-Fuse-Wert und ein RpmCheck-Wert aufgeführt. Ihre Bedeutung ist wie folgt:
RpmCheck: Überwacht die Drehzahl während der Prüfung. Um eine saubere Prüfung machen zu können, muss die Drehzahl in einem bestimmten Bereich liegen. Wird ein Rpm-Check-Fehler angezeigt, liegt eine Störung am Prüfstand vor (z.B. Antrieb oder Drehzahlsensor defekt).
Peak-Fuse: Um das Abrollrad zu schonen, gibt es Sicherungsmechanismen, die die Prüfung abbrechen, wenn extreme Messwerte auftreten (hier: Peak). Grund dafür kann ein sehr schlecht bearbeitetes Zahnrad sein, oder ein falscher Typ (passt nicht zum Abrollrad).

12.2 Der „Zahnarzt" und die Zahneingriffsfrequenz

Man erwartet, dass jeder Zahn eines Zahnrades in gleicher Weise Geräusch erzeugt. Bei einem Zahnrad mit 34 Zähnen erwartet man also 34-mal pro Umdrehung den gleichen Geräuschimpuls. Bisweilen kann es vorkommen, dass dieser Geräuschimpuls so deutlich ist, dass sich in der Zeitsignal-Anzeige für jeden Zahn des Zahnrades eine deutliche Spitze heraushebt, so dass man bei einem Zahnrad mit 34 Zähnen auch 34 Spitzen sehen kann. Diese Spitzen sind allerdings nicht unbedingt gewünscht, da sie die Beschädigungserkennung erschweren können, weil ein leicht beschädigter Zahn möglicherweise gegenüber den nicht beschädigten Zähnen keinen deutlich höheren Wert zeigt. Daher kann man sie herausfiltern („Zähne ziehen") und kann dann unter Umständen leicht beschädigte Zähne besser finden.

An dieser Stelle werfen wir einen Blick auf die akustischen Einheiten. Die übliche Einheit für Frequenz ist das *Hertz (Hz)*. 1 Hz ist definiert als 1 Ausschlag pro Sekunde. Ein Signal von 34 Hertz zeigt 34 Ausschläge pro Sekunde.
Unser oben beschriebenes Zahnrad zeigt auch 34 Ausschläge im Zeitsignal. Allerdings nicht pro Sekunde, sondern *pro Umdrehung*. Die dem Hertz entsprechende, umdrehungssynchrone Einheit ist die *Ordnung (Ord)*, wie folgt: 1 Ordnung ist definiert als 1 Ausschlag pro

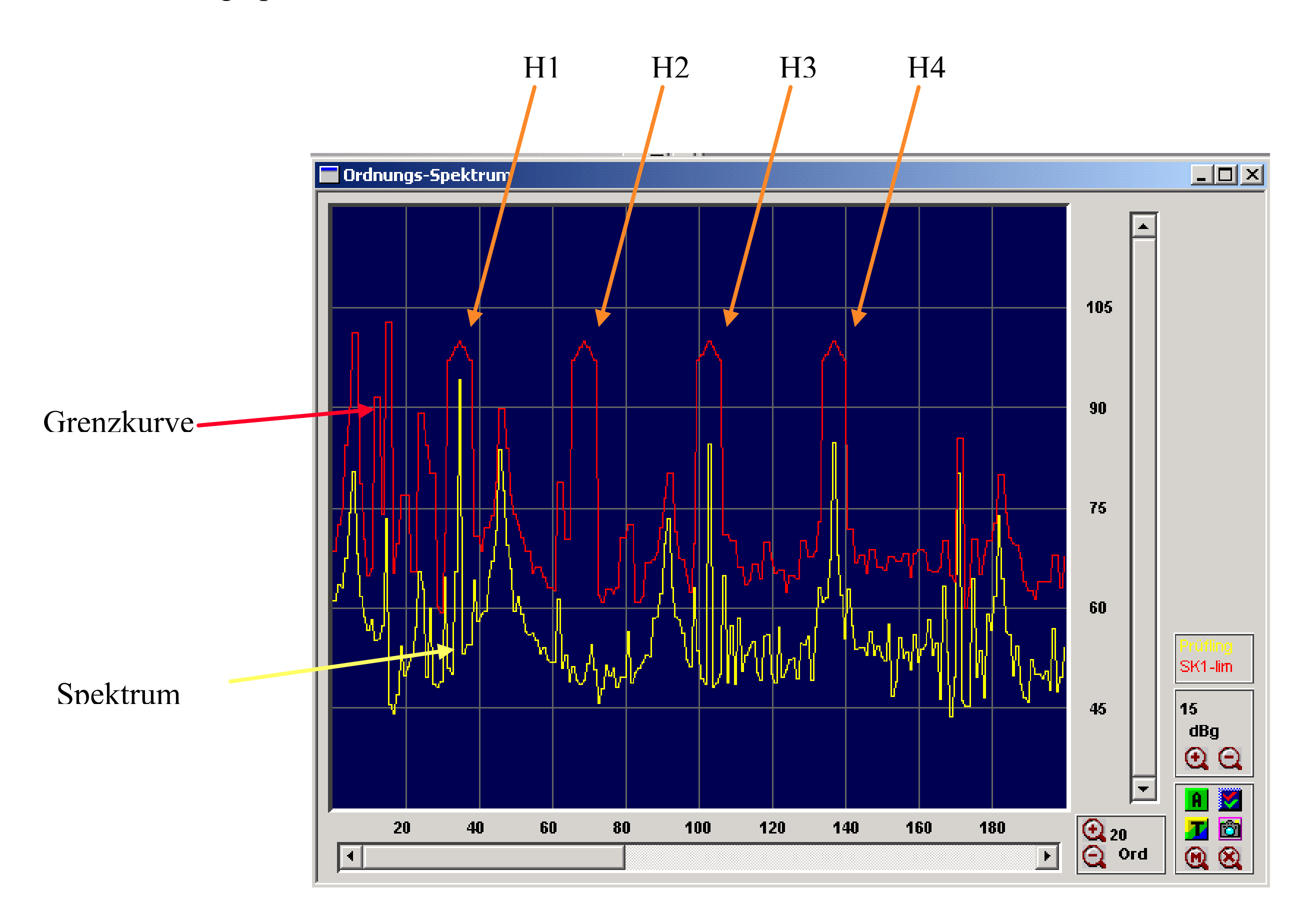
Umdrehung. Von einem Zahnrad mit 34 Zähnen erwartet man ein Geräusch mit deutlichem Frequenzanteil der 34.Ordnung; dies ist die so genannte **Zahneingriffsfrequenz**. Umdrehungssynchrone Frequenzen lassen sich selbstverständlich auch in Hz angeben. Allerdings sind sie dann drehzahlabhängig. Bei einer Drehzahl von 180 UpM entspricht die 34.Ordnung einer Frequenz von 102 Hz, wie folgt berechnet:

180 Umdrehungen pro Minute entsprechen 3 Umdrehungen pro Sekunde.
Die 34.Ordnung entspricht 34 Ausschlägen pro Umdrehung
Zusammen also:
3 Umdrehungen je 34 Ausschläge entsprechen 102 Ausschläge pro Sekunde.

Oder als Formel: $f_{Hz} = f_{Ord} * f_{Upm} / 60$

12.3 Messgrößen aus dem Ordnungsspektrum: Harmonische und Grenzkurve

Meist tritt nicht nur die Zahneingriffsfrequenz aus dem Signal heraus, sondern auch Vielfache davon. Man bezeichnet sie als **Harmonische**. Die erste Harmonische (**H1**) liegt bei der Zahneingriffsfrequenz (entspricht der Zähnezahl, hier 34), die zweite (**H2**) beim Doppelten der Zahneingriffsfrequenz (doppelte Zähnezahl, hier 68), usw.
Daher sind die Harmonischen gesondert parametrierbar (die sog. **Hüte**). Folgendes Bild zeigt das Ordnungsspektrum eines Zahnrades mit 34 Zähnen:



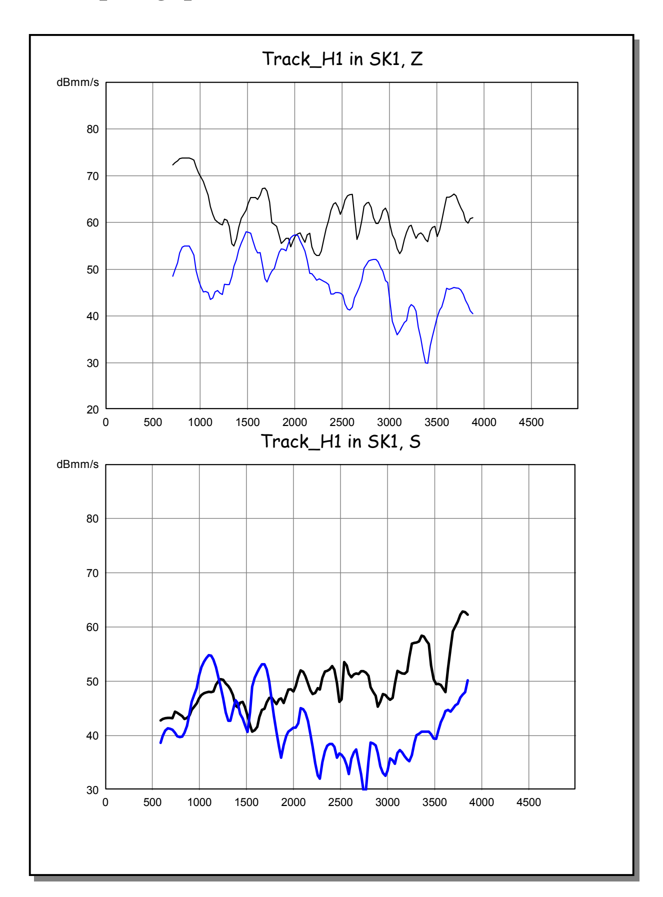
Ein Geräuschanteil, der von allen Zähnen gleichermaßen erzeugt wird, spiegelt sich in den Harmonischen wieder. Ein Oberflächenfehler auf **allen** Zähnen (z.B. nicht geschabt, nicht geschliffen, falscher Schrägungswinkel, Modul, ...) wird sich durch hohe Pegel in den Harmonischen widerspiegeln.
Prüflinge desselben Typs sollten ähnlich klingen. Diese Ähnlichkeit wird durch die (gelernte) Grenzkurve sichergestellt. Ein Prüfling, bei dem das erfasste Ordnungsspektrum die Grenzkurve überschreitet, klingt anders als die zuvor geprüften Teile. Das kann daran liegen,

dass sich in der Bearbeitung der Teile etwas geändert hat (z.B. dass ein Bearbeitungswerkzeug gewechselt worden ist), es kann aber auch sein, dass Oberflächenfehler (siehe oben) nur auf **einigen** Zähnen vorliegen und ein Zahnrad deshalb anders klingt.

Messwerte aus dem Ordnungsspektrum werden *nicht* in der *Messwerttabelle* angezeigt. Hat man die Vermutung, dass ein Ordnungsfehler vorliegt, sollte man ein Blick in das Berichtsfenster („graues Fenster“) werfen. Dort bekommt man alle Fehler und möglicherweise auch alle Messwerte einer Prüfung angezeigt.

12.4 Ordnungspegel-Verläufe

Bei manchen Prüfständen, bei denen in Drehzahlrampen geprüft wird, wird als zusätzliche Analyse eine Messung einzelner Ordnungen, beispielsweise des Zahneingriffs über der Drehzahl durchgeführt. Diese Messungen werden in einem eigenen Anzeigefenster dargestellt.



Während eines Hoch- oder Runterlaufs können Sie beobachten, wie sich die Messkurve aufbaut.

Auch für diese Kurven kann es Grenzkurven geben. Alternativ können beispielsweise das Maximum oder der Mittelwert der Kurve oder von Abschnitten der Kurve bewertet werden.

Ob und welche Ordnungen so analysiert werden, und welche Art der Bewertung ggf. angewandt werden soll, wird in der Parameterdatenbank spezifiziert.

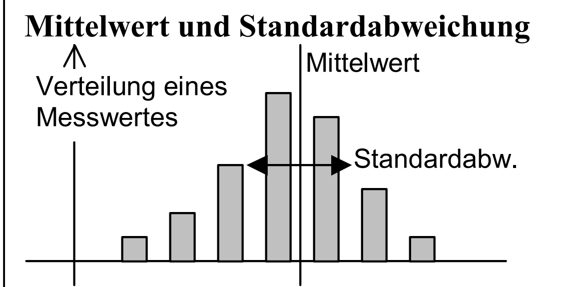
13 Lernen von Grenzwerten

13.1 Bildung der Grenzwerte

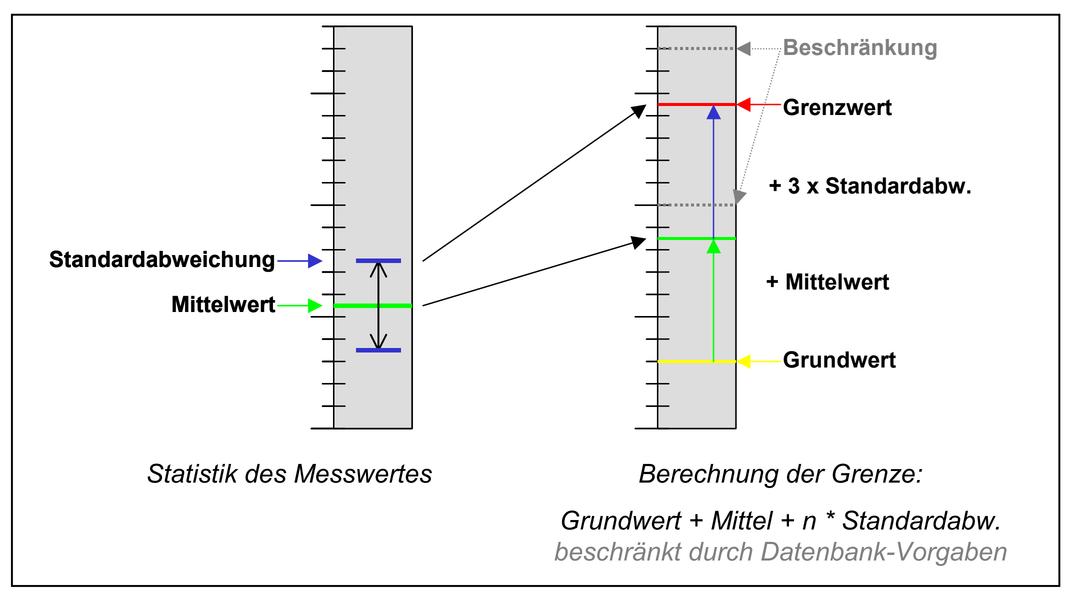
Die Grenzwerte werden aus der *Statistik des Produktionsprozesses* gelernt. Das Lernen wird durch Vorgaben aus der Parameter-Datenbank eingeschränkt und kann dadurch ganz unterbunden werden.
Die Grenzwerte werden abhängig vom Prüfstand und vom Getriebetyp unterschieden und in Dateien im Ordner
`C:\RotasData\(Projekt)\LearnData`
abgespeichert.

Der Grenzwert wird aus einem Grundwert und dem Mittelwert gebildet. Dazu wird ein Vielfaches der Standardabweichung addiert:

Mittelwert und Standardabweichung



Indem man eine größere Anzahl von Messungen sammelt und aufträgt, wie häufig welcher Messwert vorgekommen ist, erhält man die *Verteilung* der Messwerte. Aus dieser wiederum kann man den *Mittelwert* und die *Standardabweichung* oder *Schwankungsbreite* berechnen. Diese ist so festgelegt, dass rund 2/3 aller Messwerte im dadurch definierten Bereich um den Mittelwert liegen.

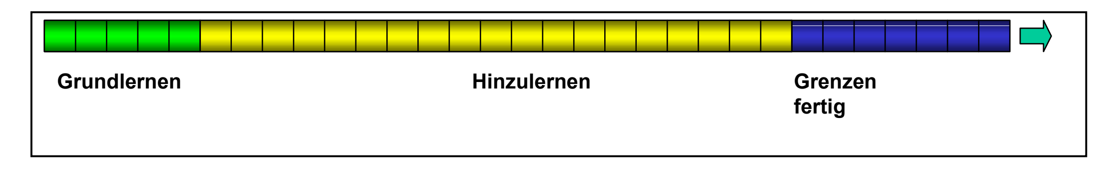


Statistik des Messwertes

Berechnung der Grenze:

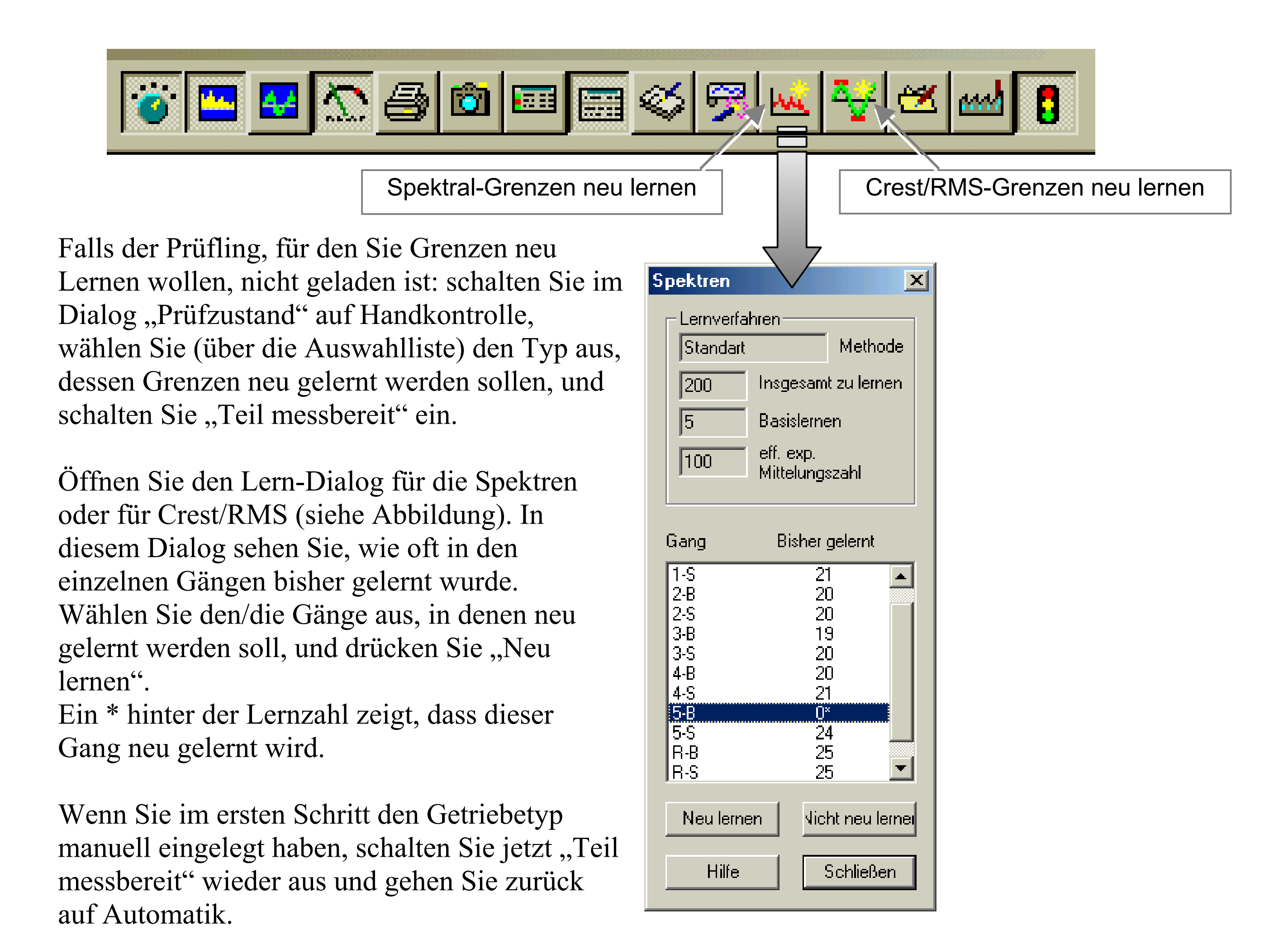
*Grundwert + Mittel + n * Standardabw.*
beschränkt durch Datenbank-Vorgaben

Das Lernen wird eingeteilt in *Grundlernen* und *Hinzulernen*. Das Grundlernen umfasst wenige Prüflinge (z.B. 5). Im Grundlernen wird gegen die Maximal-Beschränkung aus der Datenbank geprüft. Am Ende des Grundlernens liegen die vorläufigen Grenzen fest.
Das Hinzulernen umfasst viele Prüflinge (z.B. 100). Jeder Prüfling wird zunächst gegen die bisherigen Grenzen geprüft. Wird er i.O. bewertet, wird er der Statistik hinzugefügt. Dadurch werden die Grenzwerte fein angepasst.



13.2 Kontrolle des Lernprozesses

Das Lernen der spektralen Grenzen und der Grenzen für die „Energie-Werte“ (Crest, RMS) wird getrennt gesteuert. Von der Werkzeugleiste des Messprogramms aus öffnen Sie die Dialoge der Lernkontrolle:



Falls der Prüfling, für den Sie Grenzen neu Lernen wollen, nicht geladen ist: schalten Sie im Dialog „Prüfzustand“ auf Handkontrolle, wählen Sie (über die Auswahlliste) den Typ aus, dessen Grenzen neu gelernt werden sollen, und schalten Sie „Teil messbereit“ ein.

Öffnen Sie den Lern-Dialog für die Spektren oder für Crest/RMS (siehe Abbildung). In diesem Dialog sehen Sie, wie oft in den einzelnen Gängen bisher gelernt wurde. Wählen Sie den/die Gänge aus, in denen neu gelernt werden soll, und drücken Sie „Neu lernen“.
Ein * hinter der Lernzahl zeigt, dass dieser Gang neu gelernt wird.

Wenn Sie im ersten Schritt den Getriebetyp manuell eingelegt haben, schalten Sie jetzt „Teil messbereit“ wieder aus und gehen Sie zurück auf Automatik.

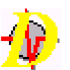
Alternative, um alles neu zu lernen: Beenden Sie RotasPro. Löschen Sie im Projekt-verzeichnis (in `C:\RotasData\xxxData\`) im Unterverzeichnis `LearnData` die Datei, deren Name sich auf den neu zu lernenden Typ bezieht. Starten Sie RotasPro wieder.

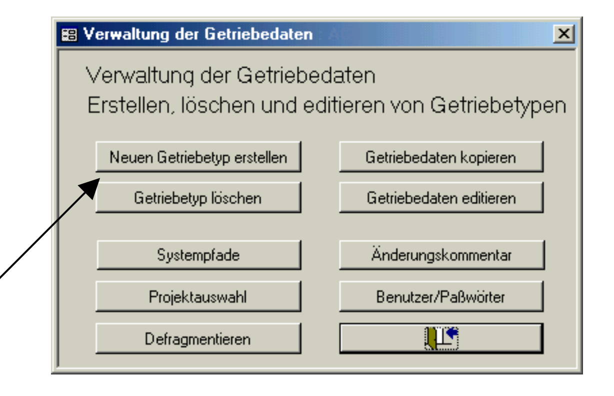
14 Umgang mit einem neuen Prüflingstyp

14.1 Neuen Prüflingstyp einrichten

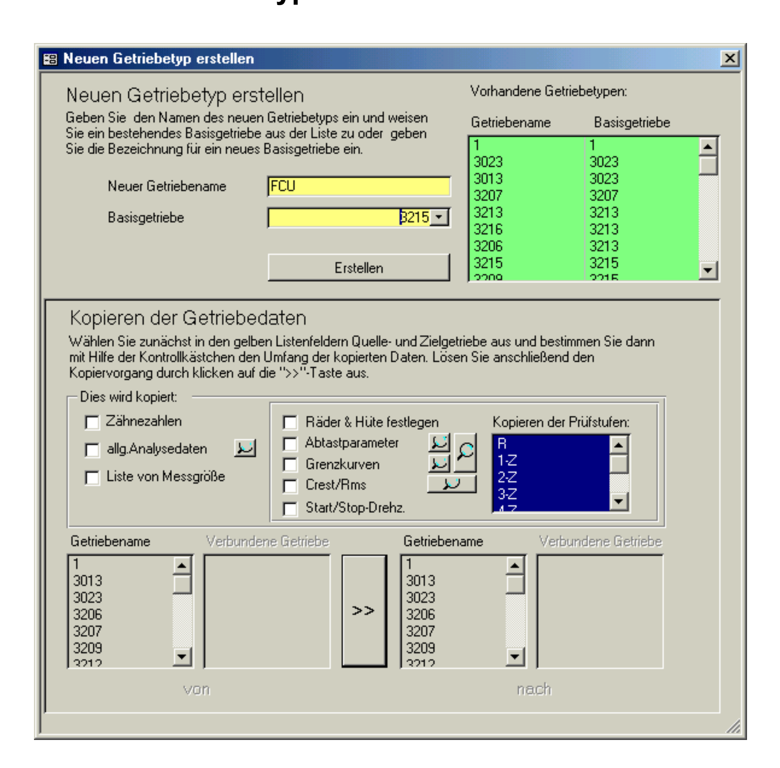
RotasPro kann nur Prüflingstypen messen, die in der Parameter-Datenbank enthalten sind. Wenn der Prüfstand das Kommando „Einlegen“ sendet, so muss ein gültiger Typ angegeben werden.
Im folgenden Beispiel wird erklärt, wie ein neuer Getriebetyp angelegt wird:

1. Starten Sie die Parameter-Datenbank (durch Doppelklick auf das D-Symbol). Es erscheint das Hauptformular der Datenbank:

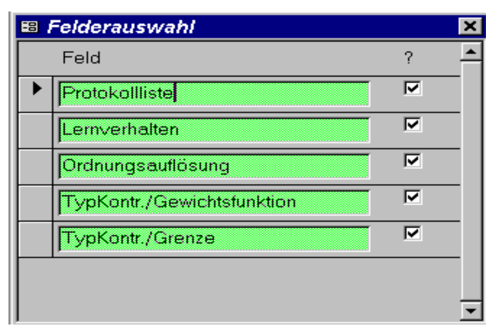




2. Drücken Sie **Neuen Getriebetyp erstellen**.



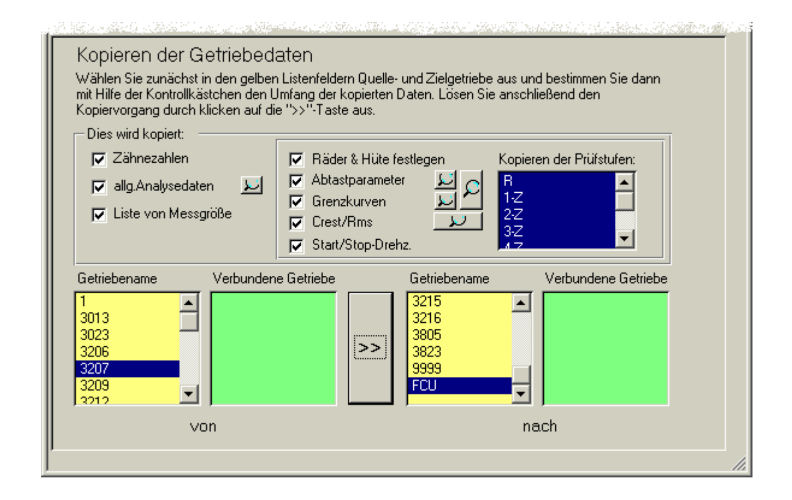
3. Geben Sie im Eingabefeld oben links den Namen des neuen Typs (in der Abbildung oben „FCU“) und im Feld darunter eine neue (noch nicht verwendete) Basisnummer ein. Drücken Sie **Erstellen**.



4. Jetzt werden die Felder in der unteren Hälfte des Formulars aktiv. Schalten Sie im Bereich „Dies wird kopiert“ alle Häkchen ein.

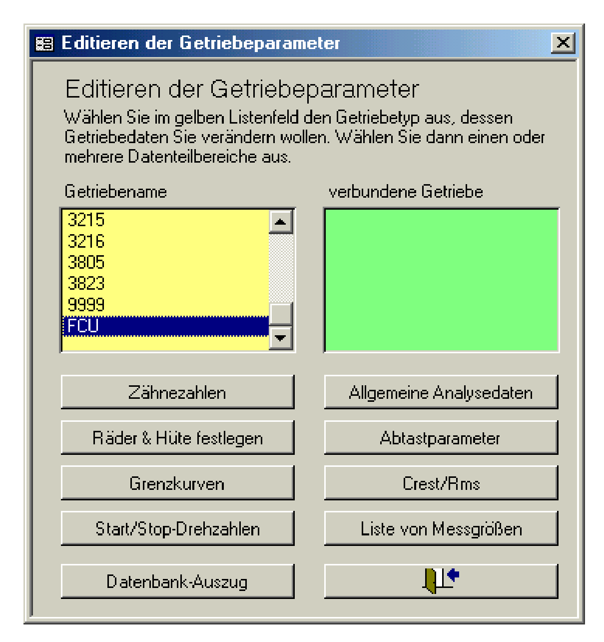
5. Im Dialog „Felderauswahl“ (öffnet sich bei jedem Einschalten eines Häkchens) schalten Sie ebenfalls alle Häkchen ein.

6. Wählen Sie in der linken Spalte „Getriebename“ ein Getriebe, das dem neuen Typ möglichst ähnlich ist. Überzeugen Sie sich, dass in der rechten Spalte „Getriebename“ der neue Typ selektiert ist. Drücken Sie dann **>>**.



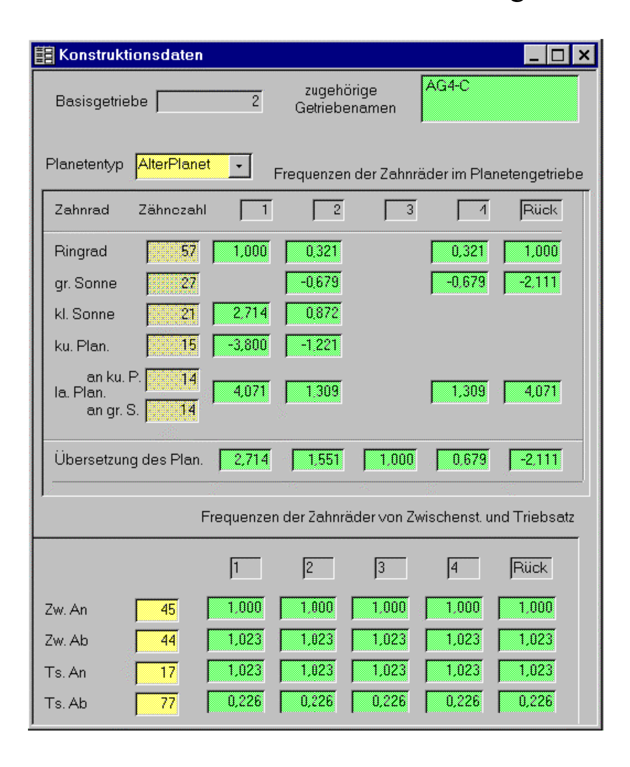
7. Schließen Sie nun dieses Formular.

8. Drücken Sie im Hauptformular **Getriebedaten Editieren**. Sie gelangen zu diesem Formular:



9. Wählen Sie in der Liste links oben den neuen Typ aus und drücken Sie dann den Knopf **Zähnezahlen**.

10. Sie sehen das Formular zur Eingabe der Zähnezahlen. Das genaue Aussehen dieses Formular hängt vom Getriebemodell (der Bauweise des Getriebes) ab. Geben Sie jeweils in den gelben Feldern die Zähnezahlen für den neuen Getriebetyp ein; in den grünen Feldern erscheinen die berechneten Übersetzungen.



11. Schließen Sie alle Formulare. Jetzt ist der neue Typ bekannt und kann im Messprogramm ausgewählt werden.

Weitere Einzelheiten zur Erstellung neuer Getriebetypen und der Pflege der Parameter entnehmen Sie bitte der Datenbank-Dokumentation.

14.2 Neuen Getriebetyp einlernen

Wenn ein ganz neuer Getriebetyp auf Ihren Prüfstand kommt, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Richten Sie den Typ in der Datenbank ein, wie im vorigen Abschnitt beschrieben.

2. Schalten Sie im Messprogramm die „Hüte“ der spektralen Grenzkurven aus (siehe Anleitung unten).

3. Messen Sie wenigstens 10 (verschiedene) Getriebe. Dadurch werden vorläufige Grenzkurven gelernt.

4. Benutzen Sie in der Datenbank die Funktion „Hüte automatisch setzen“ für den neuen Typ. (Formular „Getriebedaten Editieren“ – „Räder & Hüte“ – „Hüte verschieben“.)

5. Jetzt können Sie im Messprogramm die Hüte wieder einschalten.

6. Zu diesem Zeitpunkt sind die Grenzwerte zumindest vorläufig gelernt und brauchbar. Prüfen Sie weitere Getriebe (einige 100).

7. Lassen Sie die Hüte erneut automatisch setzen. Benutzen Sie die Statistik-Datenbank (siehe nächsten Abschnitt), um auch die sonstigen Grenz-Parameter zu überprüfen und anzupassen.

Schritt 7 ist sozusagen eine Daueraufgabe und sollte regelmäßig durchgeführt werden, um die Qualität und Entwicklung der Produktion im Auge zu behalten.

14.2.1 Ein-/Ausschalten der Hüte im Messprogramm

Öffnen Sie die System-Konfiguration und darin die Sektion *Host*. Dort finden Sie die Abteilung *Grenzkurven/Auswertung* (siehe Abbildung). Doppelklicken Sie auf das Modul „Spektr. Grenzkurve SK1". Dadurch öffnet sich der Dialog der Spektralen Grenzkurve.

In diesem Dialog finden Sie das Kontrollkästchen **Hüte anwenden**. Damit können Sie die Anwendung der Hüte auf die Grenzkurve ein- und ausschalten.

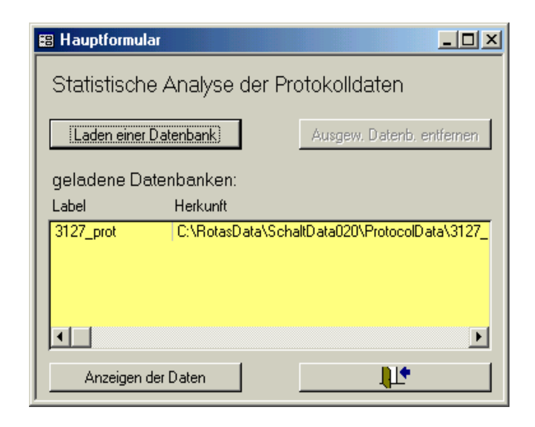
Wenn Sie die gelernten Grenzen betrachten möchten, so können Sie in der Liste einen Prüfzustand auswählen und auf den Knopf **Kurven zeigen** drücken.

Denken Sie daran, die Hüte für alle drei Synchronkanäle (SK1, SK2, SK3) und für den Mix-Kanal aus- oder einzuschalten. Sie müssen dazu vier Dialoge öffnen.

15 Benutzung der Statistik-Datenbank

Das Messprogramm speichert die im „langen Protokoll“ enthaltenen Werte (die wiederum in der Protokoll-Liste in der Parameter-Datenbank festgelegt sind) in einer *Protokolldatenbank*. Es werden für jeden Typ jeweils die letzten 1000 (einstellbar) Messungen gehalten.
Das Statistik-Werkzeug erlaubt die Auswertung dieser Daten:

Nach dem Start sehen Sie das Formular zur Auswahl der auszuwertenden Datenbank:



Zunächst müssen Sie die auszuwertenden Datenbanken laden. Sie finden die Datenbanken im Projektverzeichnis (`C:\RotasData\xxxData\`) im Unterverzeichnis `ProtocolData`. Die Dateien sind entsprechend der Typen-Bezeichnungen benannt.

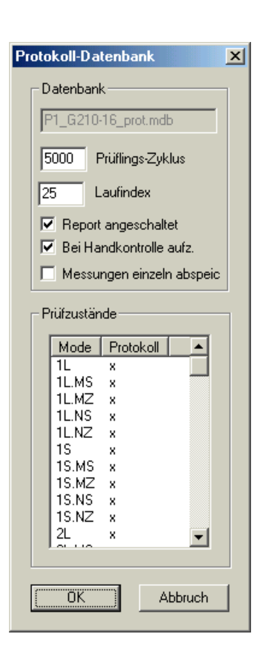
Selektieren Sie dann in der Liste eine oder mehrere Datenbanken und drücken Sie auf „Anzeigen der Daten“.

Durch Doppelklick auf einen Listeneintrag erfahren Sie den Zeitraum, der von dieser Datenbank umfasst wird.

Die Protokolldatenbank speichert nur die jeweils letzten (z.B.) 1000 Messungen jedes Typs. Wenn Sie die Protokolldatenbank über längere Zeiträume verwenden wollen, kann es sinnvoll sein, die Datenbanken regelmäßig in ein anderes Verzeichnis zu kopieren und dort aufzubewahren.

15.1 Steuerung der Protokolldatenbank

Im Messprogramm rufen Sie über den gezeigten Toolbar-Knopf den Dialog der Protokolldatenbank auf.



In diesem Dialog stellen Sie den Prüflings-Zyklus ein. Dies ist die Anzahl an Messungen, die vorgehalten werden. (In der Abbildung werden also jeweils die letzten 5000 Messungen gespeichert.) Der Laufindex zeigt Ihnen, wo das Speichern gerade angekommen ist. Am Hochzählen des Laufindex’ am Ende der Messung erkennen Sie, dass Daten gespeichert werden. Oben im Dialog sehen Sie den Namen der Datenbank, in die aktuell geschrieben wird.

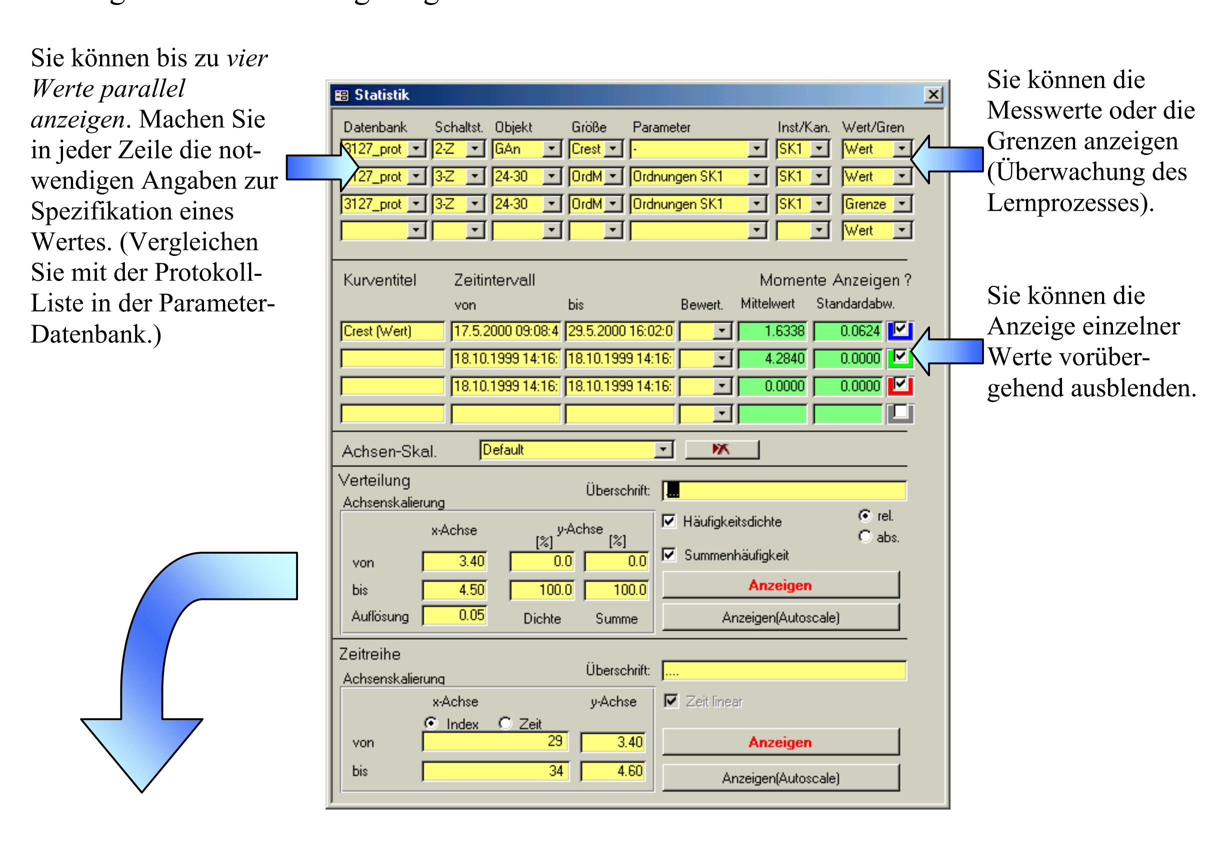
Achten Sie darauf, dass das Häkchen **Report angeschaltet** an ist. Für normale Messungen im Automatikbetrieb sollte **Messungen einzeln abspeichern** aus sein.

Im unteren Teil des Dialogs können Sie das Speichern der Daten für einzelne Prüfzustände ein- und ausschalten (indem Sie auf den Namen des Prüfzustands in der Spalte **Mode** doppelklicken; ein x in der Spalte **Protokoll** zeigt an, dass die Werte dieses Prüfzustands gespeichert werden.

15.2 Erstellen von Auswertungen

Nachdem Sie eine oder mehrere Datenbanken geladen haben, drücken Sie auf den Knopf Anzeigen der Daten. Sie gelangen zum Auswerte-Formular:

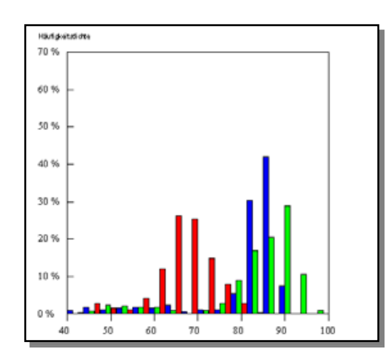
Sie können bis zu *vier Werte parallel anzeigen*. Machen Sie in jeder Zeile die notwendigen Angaben zur Spezifikation eines Wertes. (Vergleichen Sie mit der Protokoll-Liste in der Parameter-Datenbank.)



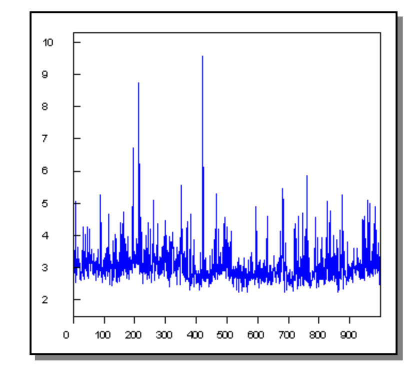
Sie können die Messwerte oder die Grenzen anzeigen (Überwachung des Lernprozesses).

Sie können die Anzeige einzelner Werte vorübergehend ausblenden.

Sie können zwei Arten der Auswertung durchführen: *Verteilung* und *Zeitreihe*.



Bei der Verteilung zeigt Ihnen ein Balkendiagramm die Häufigkeit der gemessenen Werte. Verwenden Sie dieses Diagramm, um einen geeigneten Grenzwert (bzw. Beschränkungen für das Lernen) festzulegen.



Eine Zeitreihe stellt die Einzelmessungen über der Zeit dar. Sie können hier sehr gut Tendenzen erkennen (z.B. langsames allgemeines Ansteigen des Wertes, weil ein Werkzeug bei der Herstellung eines Zahnrads sich abnutzt). Auch sehen Sie, ob es Häufungen von Ausfällen (Spitzen in der Kurve) zu bestimmten Zeiten gibt.
Sie können die Zeitreihe über dem Index (der Zählung der Messungen) oder über der tatsächlichen Messzeit darstellen lassen.

15.3 Reproduzierbarkeit, Referenzmessung und Kalibrierung

Wie bei jedem Mess-System ist es auch bei der Geräuschanalyse erwünscht und erforderlich, dass die Messwerte gewissen objektiven Kriterien genügen. Leider ist es mit der Akustik nicht so einfach wie z.B. beim Messen des Gewichts: Indem man ein Getriebe auf die Waage hebt, kann man objektiv messen, dass es 31 kg wiegt. Jede geeichte Waage wird dieses Ergebnis liefern, und auch beliebig oft hintereinander.

Bei der Geräuschmessung ist jedoch der Prüfling nur Teil eines Systems, zu dem unter anderem auch Prüfstand, Antriebe und Geräuschsensor gehören. Selbst zwei baugleiche Prüfstände sind nicht 100%ig gleich, und schon winzige Unterschiede beeinflussen das Geräusch. Ebenso sind auch zwei aufeinander folgende Messungen nie 100% identisch – ebenso, wie man bei mehrmaligem Zupfen an einer Gitarrenseite zwar sehr ähnliche, aber nie exakt gleiche Töne produziert. Obendrein ist das gemessene Geräusch nicht vom System unabhängig: der Messwert gilt nicht absolut, wie das Gewicht, sondern nur relativ zu den Messbedingungen auf dem Prüfstand.

Die Eigenschaft, bei mehrmaligem Messen immer (fast) das gleiche Ergebnis zu erhalten, nennt man *Reproduzierbarkeit*. Wie angedeutet, kann sie für Geräuschmessungen aus Prinzip nur ungefähr erfüllt werden. Man fordert also, dass die Ergebnisse mehrerer Messungen nicht mehr als ein gewisses Maß voneinander abweichen (die *Schwankungsbreite* soll gering sein).

Mittelwert und Standardabweichung

Verteilung eines Messwertes
Mittelwert
Standardabw.

Indem man eine größere Anzahl von Messungen sammelt und aufträgt, wie häufig welcher Messwert vorgekommen ist, erhält man die *Verteilung* der Messwerte. Aus dieser wiederum kann man den *Mittelwert* und die *Standardabweichung* oder *Schwankungsbreite* berechnen. Diese ist so festgelegt, dass rund 2/3 aller Messwerte im dadurch definierten Bereich um den Mittelwert liegen.

Da die Messwerte nicht absolut gelten, vergleicht man sie mit anderen Messwerten. (In gewissem Sinne tut man das bei Wägen auch: man vergleicht ein Getriebe mit etwas anderem, von dem man weiß, wie schwer es ist.) In der Praxis verwendet man ein so genanntes *Referenzteil*. Durch regelmäßige Überprüfung – *Referenzmessungen* – stellt man sicher, dass die Messwerte für das Referenzteil immer gleich bleiben (innerhalb der Schwankungsbreite der Reproduzierbarkeit). Dann kann man alle anderen Prüflinge mit diesem Referenzteil vergleichen.

Zwar ist das Geräusch des Prüflings im Prüfstand nicht objektivierbar, für das eigentliche Mess-System (bestehend aus Geräuschsensor, Verstärker und Messrechner) gilt dies aber durchaus: wenn man den Sensor auf einen Gegenstand aufdrückt, von dem bekannt ist, dass er ein Geräusch von z.B. 103 dB produziert, dann erwartet man, dass das Messprogramm diesen Wert anzeigt. Diese Überprüfung bzw. die Anpassung an diese Forderung nennt man *Kalibrierung* des Mess-Systems.

In den folgenden Abschnitten sollen die Durchführung einer Reproduzierbarkeitsmessung, die Handhabung von Referenzmessungen und das Kalibrieren kurz erläutert werden. Zur praktischen Durchführung von Reproduzierbarkeitsmessungen wird die Statistik-Datenbank verwendet; machen Sie sich also mit dem Gebrauch dieses Werkzeugs gut vertraut, bevor es losgeht.

15.4 Durchführung einer Reproduzierbarkeitsuntersuchung

Wählen Sie zunächst einen geeigneten Prüfling aus. Leise Geräusche schwanken von Natur aus stärker als lautere, daher sollten Sie nicht einen besonders guten Prüfling wählen; eher ein Exemplar, das mit seinen Geräuschen den Grenzwerten schon nahe kommt. Dies entspricht auch den Anforderungen der Praxis: wenn ein Prüfling sehr leise ist, kommt es nicht so darauf an, wie leise es genau ist. In der Nähe der gut/ schlecht Grenze hingegen soll die Entscheidung nicht schwanken.

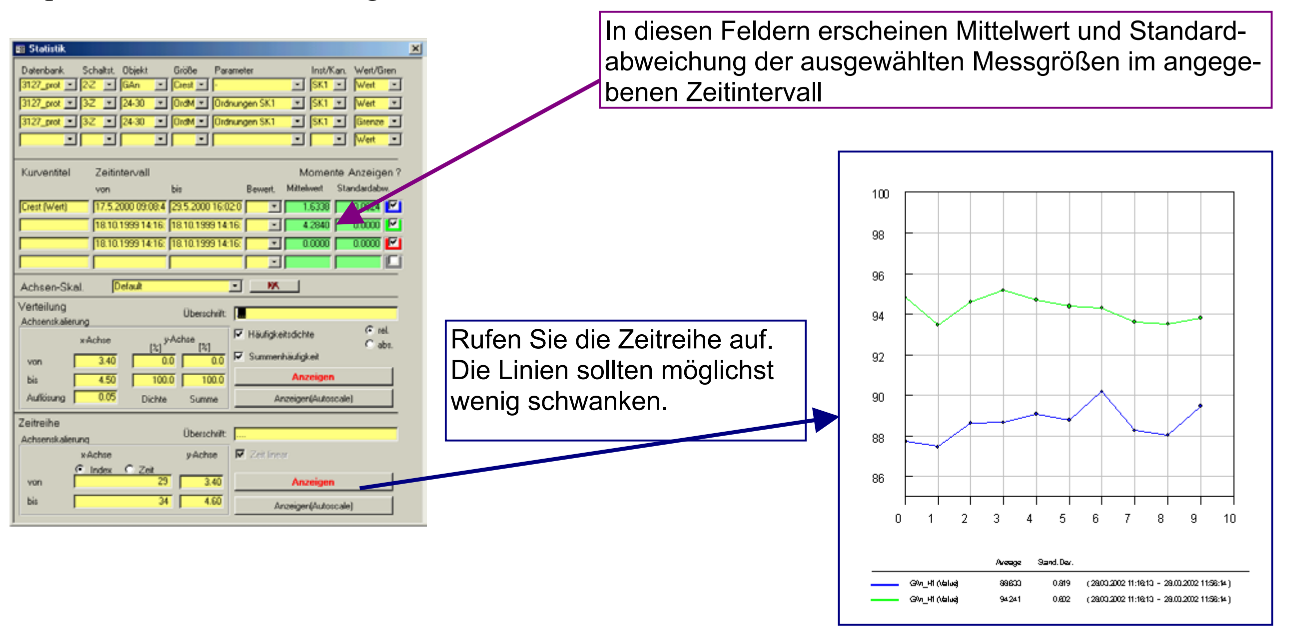
Lassen Sie den Prüfling vor Beginn der eigentlichen Untersuchung mehrere (ca. 10) Testzyklen durchlaufen, damit sich eventuelle, leicht lösbare Rückstände auf Zahnrädern vor Beginn der eigentlichen Untersuchung ablösen können. Für Getriebe gilt außerdem: Warme Getriebe sind leiser als kalte. Wenn Sie mit einem kalten Getriebe beginnen würden, so würde das Geräusch von Messung zu Messung leiser werden, was die Schwankungsbreite erhöht, ohne wirklich etwas über die Reproduzierbarkeit auszusagen.

Stellen Sie fest, welche Protokolldatenbank für diesen Prüfling zuständig ist. Sie finden sie normalerweise im Ordner `C:\RotasData\(Ihr Projekt)\ProtocolData`, und der Name entspricht der in der Parameterdatenbank vergebenen Basis-Nummer des Prüflings.

Beenden Sie das Rotas Programm. Beseitigen Sie dann die Protokolldatenbank (durch Verschieben, Umbenennen oder Löschen). Starten Sie Rotas wieder und führen Sie 10 oder mehr Messungen (komplette Messzyklen) durch. Danach benennen Sie die (von Rotas neu erstellte) Protokolldatenbank geeignet um (z.B. in „`Repro01.mdb`“). Diese Datenbank enthält nun die für die Dokumentation der Reproduzierbarkeit erforderlichen Daten. Durch das Umbenennen am Ende verhindern Sie, dass Rotas weitere Messungen in die Datenbank schreibt, die nichts mehr mit der Untersuchung zu tun haben.

Öffnen Sie nun die Protokoll-Datenbank mit dem Statistik-Werkzeug. Wählen Sie im Hauptformular die interessierenden Messgrößen aus. Bei Getrieben untersucht man typischerweise die Reproduzierbarkeit der Werte der Ordnungen H1 der verschiedenen Räder und Synchronkanäle, sowie der RMS-Wert im Mix-Kanal. Bei der Zahnradabrollprüfung hingegen sind Werte wie Crest und TickEval entscheidend.

Im Hauptformular der Statistik können Sie direkt die Mittelwerte und Standardabweichungen für die ausgewählten Werte ablesen. Lassen Sie die Zeitreihe darstellen und ausdrucken: auf diesem Blatt sind ebenfalls Mittelwert und Standardabweichung angegeben, und die Streuung der Messwerte ist ablesbar. Diese Ausdrucke können zur Dokumentation der Reproduzierbarkeitsmessung dienen.



15.5 Referenzteile

Um die Stabilität eines oder mehrerer Prüfstände über längere Zeit zu gewährleisten, werden in der Praxis Referenzteile verwendet. Hierbei handelt es sich um ausgewählte Teile, die besonders markiert sind (z.B. grün oder rot angestrichen). Richten Sie in der Parameter-datenbank einen eigenen Typ (mit eigenem Basistyp) für diese Teile ein (kopieren Sie einfach alles von dem Typ, den das Teil tatsächlich hat). Wenn die Prüfstandssteuerung dem Mess-programm automatisch mitteilt, welchen Typ das zu prüfende Teil hat (z.B. bei automatischen Getriebeprüfständen), muss sie so angepasst werden, dass sie für diese Referenzteile den neuen Typ an das Messprogramm übermittelt, und nicht den Typ, den der Prüfling eigentlich hat. Bei Systemen mit Handeingabe obliegt es dem Prüfer, dem Messprogramm zu sagen, dass ein Referenzteil geprüft werden soll.

Wenn Sie jetzt Messungen mit dem Referenzteil fahren, werden die Werte in einer eigenen Statistik-Datenbank gesammelt. Wird ein Referenzteil z.B. ein Mal am Tag an einem Prüfstand geprüft, so lässt sich mit der Statistik-Datenbank (Auswertung der Zeitreihe) beobachten, ob der Prüfstand stabil ist oder die Messwerte einer zeitlichen Drift unterliegen. Wenn Sie die Untersuchung über einen längeren Zeitraum machen, können Sie eventuell sogar jahreszeitliche Einflüsse erkennen...

15.6 Kalibrieren

Das Kalibrieren stellt nur die Stabilität und Korrektheit der Messkette aus Sensor, Verstärker und A/D-Wandler sicher. Um kalibrieren zu können, benötigen Sie einen *Kalibrator*. Dabei handelt es sich um ein Gerät, das an seiner Oberfläche eine definierte Vibration (Körper-schall) hervorrufen kann. Auf diese Oberfläche wird ein Geräuschsensor aufgeschraubt. Entweder können Sie dann im normalen Messprogramm den Wert ablesen (und sich so von der Richtigkeit der Kalibrierung überzeugen) oder ein spezielles Kalibrierprogramm verwenden. Dazu gibt es ein getrenntes Handbuch.

Das Überprüfen der Kalibrierung eines Getriebeprüfstands mit dem Messprogramm geschieht folgendermaßen:

1. Lösen Sie das Kabel, das den Beschleunigungssensor mit dem Verstärker verbindet und schließen Sie statt des normalen Sensors den Kalibrator an.
2. Betreiben Sie Prüfstand und Messprogramm im Handbetrieb. Legen Sie ein Getriebe auf den Prüfstand (der Typ spielt keine Rolle) und lassen Sie es bei einer konstanten Drehzahl laufen.
3. Legen Sie in Rotas von Hand einen Typ ein und schalten Sie in einen (beliebigen) Prüfzustand. Schalten Sie den Kalibrator ein.
4. Im Mix-Spektrum muss sich eine deutliche Spitze zeigen. Benutzen Sie die Skalierungs-Kontrollen des Scopes, um die genaue Höhe dieser Spitze abzulesen. Bei einem Standard Kalibrator mit 1g Effektiv-Beschleunigung muss der Spitzenwert bei 103 dBg liegen.

Im Allgemeinen kann davon ausgegangen werden, dass das Mess-System über lange Zeiträume sehr stabil ist. Die von DISCOM verwendeten Beschleunigungssensoren unterliegen ebenso wie die Ladungsverstärker keiner nennenswerten Drift. Es kann natürlich vorkommen, dass eine Komponente einen Defekt hat (z.B. dass der Verstärker kaputt geht oder die Spitze auf dem Sensor abbricht). Dies werden Sie jedoch an einem plötzlichen Einbrechen der Messwerte sofort bemerken. Dann sollten Sie die Kalibrierung mit dem Messprogramm überprüfen und ggf. neu kalibrieren. Alle weiteren Teile des Systems sind digital und unterliegen daher aus Prinzip keinen Schwankungen.

In der Praxis sind Reproduzierbarkeit und Referenzmessungen von weit größerer Bedeutung als die Kalibrierung. Sollten Sie also keinen Kalibrator zur Verfügung haben, so können Sie dennoch das Geräuschmesssystem ohne Einschränkungen benutzen.

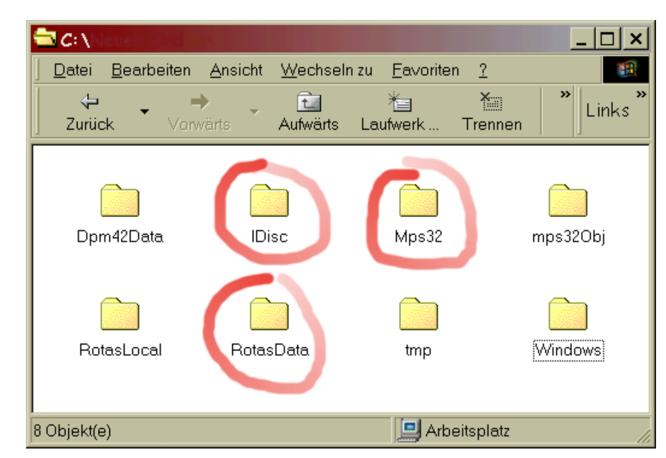
16 Sicherheitskopie, Aufbau der Rotas Software

Sie erhalten die RotasPro Software vorinstalliert auf dem ROTAS-PC. Während des Betriebs eines Prüfstands wird es Änderungen an dieser Software geben (z.B. neue Typen in der Datenbank). Daher empfehlen wir, in regelmäßigen Abständen eine Sicherheitskopie der RotasPro Software zu erstellen.

Möglicherweise genügt es, nur einen Teil der RotasPro Software zu sichern (z.B. Datenbanken).

16.1 Ordner auf der Festplatte; Umfang einer Sicherheitskopie

Die Rotas Software ist hauptsächlich in zwei Ordnern enthalten: „lDisc“ (= *„L-Disc“*) und „RotasData“. lDisc enthält die Software, RotasData alle Einstellungen, Datenbanken und gelernte Werte. Zusätzlich können die Ordner „Mps32“ und „Dpm42Data“ oder Zipp-Dateien im Format XXXXXXRotas.zip und XXXXXXMps32Base.zip vorhanden sein. Alle diese Ordner und Dateien müssen sich auf der obersten Ebene (C:\) befinden. Sie dürfen nicht verschoben oder umbenannt werden.



Eine vollständige Sicherheitskopie sollte alle diese Ordner und Dateien enthalten!

Um für die Sicherheitskopie keinen Speicherplatz zu verschwenden, empfiehlt es sich, vorher aufzuräumen.

16.2 Organisation der Dateien und Ordner

Alle Einstellungen und Parametrierungen und auch alle gelernten Werte werden in Dateien im Ordner `RotasData` und dessen Unterordnern gespeichert. (Wenn Sie `RotasData` aus einer Sicherheitskopie wieder herstellen, kehren daher alle Einstellungen in den Zustand zu dem Zeitpunkt zurück, an dem die Sicherheitskopie erstellt wurde.)

Der Ordner RotasData enthält für jedes Ihrer Projekte einen Unterordner (also beispielsweise für unterschiedliche Produktionsstraßen, nicht jedoch für parallele Prüfstände in derselben Produktionsstraße). In diesem „Projektordner“ sind unter anderem die unten aufgeführten Dateien und Ordner enthalten.

Diese Aufstellung soll Ihnen zur Übersicht dienen und Ihnen helfen, bei auftretenden Problemen die richtigen Maßnahmen zu ergreifen. Insbesondere kann in Installations- oder Reparaturanleitungen von DISCOM darauf Bezug genommen werden.

- RotasApp.sea (manchmal auch Application.sea) – Diese Datei wird „Applikations-See“ genannt. Sie enthält alle Einstellungen, die Sie im Rotas Programm selbst gemacht haben.
- Errcode.set (manchmal mit Ergänzungen wie Errcode-En.set für eine Englische Version) – in dieser Textdatei stehen die Fehlercodes und zugehörigen Texte verzeichnet. Wenn Sie einen Text ändern möchten, können Sie das hier ohne weiteres tun. Wenn Sie einen neuen Fehlercode einführen möchten, nehmen Sie die vorhandenen Einträge als Vorlage.
- RotasPro.sea (manchmal auch RotasProDpm.sea oder anderer Zusatz) – Diese Datei muss als Argument an das Rotas Programm übergeben werden. Wenn Sie die Eigenschaften der Desktop-Verknüpfung aufrufen (rechte Maustaste), so werden Sie sehen, dass auf die Datei RotasPro.sea bezog genommen wird.
- Database – In diesem Ordner sind die Datenbanken enthalten, in denen die Getriebe-Konstruktionsdaten sowie die Grenzwerte und sonstigen Parametrierungen enthalten sind (xxxRatio.mdb, xxxParams.mdb, xxxEvaluationTables.mdb). Sie können diese Datenbanken allerdings nicht direkt öffnen. Verwenden Sie die Desktop-Verknüpfung „Datenbank“.
    - Backup – In diesem Unterordner werden nach jeder Änderung Sicherheitskopien der Rotas Datenbanken erstellt (vorangestellt eine lfd. Nummer). Sollte eine Änderung in der Datenbank völlig fehlgeschlagen sein, können Sie den Stand der letzten automatischen Sicherung aus diesem Verzeichnis wie folgt wiederherstellen: Verschieben Sie die Datenbanken neuesten Datums (damit auch mit der höchsten lfd. Nummer) ins übergeordnete Verzeichnis Database. Löschen Sie die (kaputten) Datenbankdateien. Entfernen Sie durch Umbenennen die vorangestellte lfd. Nummer der Zurückverschobenen Datenbanken.
    Von Zeit zu Zeit sollte dieses Verzeichnis **aufgeräumt** werden (veraltete Backups löschen), um Speicherplatz zu sparen (insbesondere vor dem Erstellen von Sicherheitskopien).
- CacheData – Dieser Ordner enthält temporäre Datenbank-Auszüge. Sie können seinen Inhalt löschen, falls Sie eine Sicherheitskopie erstellen oder wiederherstellen wollen.
- LearnData – Hier werden alle vom Programm gelernten Grenzwerte und –Kurven abgelegt. Sie finden für jeden Typ eine Datei „Typenname.arc“. Wenn Sie diese Datei entfernen, muss der betreffende Typ neu gelernt werden – außer das Programm hatte diesen Typ gerade geladen. (Beenden Sie das Programm daher immer, bevor Sie hier Aktionen unternehmen.)
- OrderTracks oder Archives – In dieses Verzeichnis schreibt Rotas Messarchive (Endung *.rdt). Je nach Einstellung der Archivierung sollte hier von Zeit zu Zeit **aufgeräumt** werden.
- PrinterFiles oder DruckerTexte – In einem Ordner dieses Namens schreibt Rotas Textdateien, die Berichtsausdrucke enthalten, wie sie über die Ausgabe-Leitung (siehe Abschnitt: Berichtsausdruck) ausgegeben werden (in der Regel eine Datei pro Tag). Auch dieses Verzeichnis sollte von Zeit zu Zeit **aufgeräumt** werden, um Speicherplatz zu sparen, insbesondere, wenn standardmäßig lange Protokolle ausgegeben werden.
- ProtocolData – In diesem Ordner werden die Protokolldatenbanken abgelegt, ebenfalls nach Typen getrennt. Diese Datenbanken können direkt oder mit dem Statistik-Hilfsmittel geöffnet und ausgewertet werden.
- ProductionData – Dieser Ordner dient zur Aufbewahrung der Produktionsstatistik. Sie können die Produktionsstatistik direkt oder aus dem Rotas Programm heraus öffnen.

16.3 Sicherheitskopie erstellen

Bevor Sie eine Sicherheitskopie erstellen, sollten Sie alle laufenden („offenen“) Komponenten des Rotas Systems beenden. Dazu gehört insbesondere das Messprogramm RotasPro und die Parameterdatenbank, um sicherzustellen, dass alle Änderungen von Einstellungen im Messprogramm oder in der Datenbank auf die Festplatte geschrieben worden sind.

Danach sollte – wenn nötig – wie oben beschrieben aufgeräumt werden.

Legen Sie nun einen Ordner mit Namen Ihrer Wahl an (z.B.: Rotas220403 für: „Rotas Sicherheitskopie vom 22.4.2003“) und kopieren Sie die oben genannten Ordner und Dateien in diesen Ordner (Ziehen mit gedrückter Strg Taste).

Noch wertvoller ist die Sicherheitskopie, wenn sie auf ein anderes Medium als der eingebauten Festplatte des Messrechners geschrieben wird (anderer Rechner über Netzwerk, externe Festplatte, CD-Rom usw.).

16.4 Sicherheitskopie wiederherstellen; Updates installieren

Auf Anfrage können Sie von DISCOM ein Software-Update erhalten, um z.B. weitere Messungen durchführen zu können. Bevor Sie dieses installieren, sollten Sie - wie oben beschrieben – zunächst eine Sicherheitskopie der vorhandenen Software machen, um beim Fehlschlagen des Updates die Vorversion wiederherstellen zu können.

Bitte beachten Sie unbedingt eine mitgelieferte Installationsanweisung, da manchmal weitere Vorarbeiten nötig sind.

Rotas Updates enthalten immer Teile oben genannter Ordner und Dateien. Fast immer wird ein Ordner „lDisc“ dabei sein, vielfach Dateien die nach RotasData geschrieben werden müssen.

Vor Installation eines Ordners „lDisc“ sollten vorhandene Ordner „lDisc“ und „Mps32“ gelöscht werden (haben Sie eine Sicherheitskopie gemacht??). Dazu darf keine Komponente des Rotas Systems geöffnet sein (wie z.B. Messprogramm oder Parameterdatenbank). Warnungen von Windows bestätigen Sie mit „Alle Löschen“ oder „OK“.

Update - Dateien für den Ordner „RotasData“ überschreiben meist nur einzelne vorhandene Dateien. Im Allgemeinen ist ein Löschen dieses Ordners vor einer Installation also nicht angeraten! (Ausnahme: Re-Aktivierung des RotasData einer Sicherheitskopie. In diesem Fall sollte sogar das vorhandene RotasData entfernt werden, da unter Umständen Einträge im Applikationssee nach dem Starten einer Update-Version nicht mehr für die alte Version passen.)

Ein Ordner „lDisc“ kann jetzt auf zwei Arten im Update enthalten sein: Entweder in einer Zipp-Datei XXXXXXRotas.zip oder „ausgepackt“ auf CD.

- Auspacken einer XXXXXXRotas.zip: Öffnen Sie die Datei mit Doppelklick. Wählen Sie: „Extrahieren nach“ -> C:\. Ein Passwort wird gewünscht (klicken Sie OK). Daraufhin wird das zipp-Archiv extrahiert und ein Ordner C:\XXXXXXRotas angelegt. Am Ende wird eine Fehlermeldung angezeigt, die ignoriert werden kann (liegt am ungültigen Passwort: Ein Teil der Zipp-Datei ist durch ein Passwort

geschützt). In C:\XXXXXXRotas finden Sie dann einen Ordner „lDisc“, den Sie nach C:\ verschieben müssen.

- „ausgepackt“ auf CD: Kopieren Sie alle Dateien und Ordner auf Ihre Festplatte (nach C:\). Diese bekommen von Windows die Eigenschaft „Schreibgeschützt“ zugewiesen. Dieses Attribut müssen Sie aufheben. (Sie können z.B. im Datei-Explorer auf den Ordner rechtsklicken und aus dem Menü „Eigenschaften“ auswählen. Im erscheinenden Dialog können Sie „Schreibgeschützt“ ausschalten. Eine Alternative ist der DOS-Befehl „`attrib -r *.* /s`“)

Wenn bis hierhin alles funktioniert hat, sollte es jetzt auf Ihrer Festplatte einen Ordner C:\ldisc geben, der die Software des Updates enthält. Zum Abschluss des Updates müssen Sie jetzt noch die Datei „Register.bat“ im Verzeichnis C:\ldisc mit Doppelklick ausführen. Alle Meldungen müssen mit OK bestätigt werden (Hinweis: Außer bei Windows98- Systemen benötigen Sie für diesen Schritt Administratorrechte!).

Sollten nach einem Software-Update Probleme auftreten, entfernen Sie das neue lDisc etc. und holen Ihre Sicherheitskopie zurück. Auch jetzt müssen Sie am Ende das `Register.bat` ausführen.

17 Anhang

17.1 Komplette Liste der möglichen Prüfstandskommandos

In den folgenden Tabellen finden Sie alle gültigen Kommandos aufgeführt. Bekommt Rotas ein unbekanntes Kommando, wird dieses mit `<R>Status: Command?` beantwortet. Folgende Steuerkommandos werden akzeptiert:

17.1.1 Übergabe von Informationen über den Prüfling

Kommando	Rotas Funktion	Antwort

Insert: Typ	Die Parameter eines neuen Prüflings werden in das Meßsystem geladen.
	Typ ist die Bezeichnung des Prüflings, wie z.B. DP001, DP002. Diese Bezeichnung muss mit der Bezeichnung in der Datenbank übereinstimmen.
	Beispiel:
	Insert: DP001
		Das Meßsystem antwortet mit der Zeile:
		`<R>Inserted: 1`
		wenn der Prüfling in der Datenbank gefunden und erfolgreich geladen wurde oder mit
		`<R>Inserted: 0`
		wenn der Prüfling nicht bekannt ist oder ein Ladefehler auftrat.

Serial: *Seriennummer* nachträgliche Änderung: ChangeSerial: *Sernr.*	Rotas empfängt die Seriennummer des Prüflings. Das Kommando muss nach *Insert* und vor *Remove* gesendet werden. Als Seriennummer ist eine beliebige Zeichenkette mit einer maximalen Länge von 30 Zeichen zulässig.	Das Kommando wird nicht quittiert.
SerialA: *Seriennummer* nachträgliche Änderung: ChangeSerialA: *Sernr*	Funktion wie vor	OK
Insert: Typ|Serien-Nr oder Insert: Typ|Serien-Nr|ProdType	Kombination der Kommandos *Insert* und *Serial* (siehe oben). Trennzeichen zwischen Typenbezeichnung und Serienummer ist der senkrechte Strich ’|’. Optional kann eine zusätzliche Information „ProdType“ übergeben werden (z.B. Prototyp, Reparaturgetriebe).	Antwort wie beim normalen Insert (siehe oben).

17.1.2 Steuerung des Prüfablaufs (Prüfabschnitt/Messung)

Kommando	**Rotas Funktion**	**Antwort**

Mode: Gang	Die Parameter des Schaltzustands *Gang* werden im Meßsystem aktiviert. Die Bezeichnungen sind zu vereinbaren. Für ein schaltendes Getriebe würden z.B. folgende Texte gewählt werden:
	Zugrichtung:
	1-Z, 2-Z, 3-Z, 4-Z
	Schubrichtung:
	4-S,3-S,2-S,1-S
		Der erfolgte Parameterwechsel wird mit der Zeile
		`Ready`
		beantwortet.
		
		Wenn der Gang nicht vorhanden bzw. bekannt ist, wird die Zeile
		`Mode?`
		gesendet.

Measure: 1 Measure: 0	An- bzw. Abschalten der Geräuschmessung.	Wird nicht quittiert.
MeasureA: 1 MeasureA: 0	An- bzw. Abschalten der Geräuschmessung, wie vor	Quittierung durch: `On` für MeasureA: 1 und `Off` für MeasureA: 0
MeasureAF: 1 MeasureAF: 0	An- bzw. Abschalten der Geräuschmessung, wie vor.	Quittierung durch: `On` für MeasureAF: 1 `Of` für MeasureAF: 0

Remove:	Der Prüfzyklus ist beendet. Rotas nimmt die Auswertung vor.	Das Ergebnis der Prüfung wird mit folgender Zeile quittiert:
		`<R>Result: 1`
		wenn keine Fehler festgestellt wurden, ansonsten:
		`<R>Result: 0`

Reset	Das System beendet gegebenenfalls einen laufenden Prüfzyklus und kehrt in den Leerlaufzustand zurück. Eine Auswertung wird nicht vorgenommen.	Als Antwort kommt die Zeile `<R>Status: Reset`

RequestStatus:	Der Status des Meßsystems wird abgefragt.	Als Antwort kommt die Zeile
		`<R>Status: Online`
		wenn das System auf Kommandos reagiert, andernfalls
		`<R>Status: Handcontrol`

RequestStatusF:	Der Status des Meßsystems wird abgefragt. Die Antwort hat eine feste Länge	Als Antwort kommen die Zeilen
		`<R>Status: Online`
		oder
		`<R>Status: Handct`
		(siehe RequestStatus oben).

17.1.3 Übernahme von weiteren Prüfstandsinformationen

Kommando	Rotas Funktion	Antwort
Timestamp: *DateTime*	Setzen des Zeitstempels der aktuellen Prüfung. Das erwartete Format ist: YYYY MM DD HH MM SS (YY wird als 20YY ergänzt). Beispiel: Timestamp: 03 10 04 10 14 02 setzt den Zeitstempel 4.10.2003, 10:14:02.	Keine Antwort.
TimeA: *DateTime*		Als Antwort kommt die Zeile `OK`
SetAddInfo: *Key Value* oder SetAddInfo: *Key1 Value1, Key2 Value2…*	Übermittlung von Informationen zur Archivierung an Rotas, die weder Fehler noch Werte sind. Jede Information ist durch einen Schlüssel *Key* identifiziert.	Als Antwort kommt die Zeile: `InfoStored`
ExtError: *Code* oder ExtError: *Code1, Code2,...,CodeX*	Übermittlung von Prüfstands-fehlern zu Rotas zur Archivierung und Auswertung. Das Kommando darf an beliebiger Stelle zwischen *Insert* und *Remove* gesendet werden, auch mehrfach zur Übergabe vieler Fehler.	Als Antwort kommt die Zeile `Ready`
SetRItem: *Item* oder SetRItem: *Item1, Item2,…, ItemX*	Übermittlung von vom Prüfstand gemessenen Messwerten zur Archivierung im Rotas System.	Als Antwort kommt die Zeile `Ready`

Bemerkung: Bei ExtError und SetRItem können zusätzlich optionale Angaben übergeben werden. Das Format ist wie folgt (notwendige Eintragungen **fett**):

Ein Eintrag *Code* bei ExtError hat folgendes Format:

FehlerNr|Werte|Einheit|Prüfschritt|Kanal

Ein Eintrag *Item* bei SetRItem hat folgendes Format:

Werte|Einheit|Prüfschritt|Ort|Instrument|Params|Kanal|Bezeichnung

Ein Eintrag Werte hat bei beiden Kommandos folgendes Format:

Wert#Grenze#Mittelwert#Position

Ist ein optionaler Eintrag nicht angegeben, so werden Defaults eingetragen. In einer Liste wird der letzte entsprechende Eintrag eingetragen (Abkürzung!).

17.1.4 Auslesen von Rotas Fehlern, Bewertungen

Kommando	Rotas Funktion	Antwort
Result: Result: *Gang*	Abfrage des (bisherigen) Ergebnisses der Prüfung. Optional kann der Parameter *Gang* angegeben werden. Beispiele: Result: 3-Z (für die Zugrampe) Result: 3 (für beide Rampen)	Antwort: `<R>Result: 1` oder `0`

Report: *Type*
Type ist
‚Short' oder
‚Long'
	Es wird ein Report der letzten Prüfung angefordert. Dieser Report umfasst alle Fehlermeldungen. Im langen Report werden zusätzlich ausgewählte Ordnungen sowie die Crest- und RMS-Werte für alle Schaltzustände übertragen.	Es folgt ein Report, der durch die Zeile
		`<D>`
		eingeleitet wird.
		Der Report wird durch die Zeile
		`<\D>`
		beendet.

Report: Line oder Report: Line Nr	Gibt eine Zeile des langen Reports aus, in der zweiten Variante gezielt mit Zeilennummer. Beim erneuten Aufrufen (ohne Nummer) die nächste Zeile, usw. Am Ende des kurzen Reports stehen zwei Leerzeilen, danach folgen die Messwerte. Am Ende folgen wieder zwei Leerzeilen.	Inhalt der Zeile

Report: ExtCodes	Es wird ein Report der externen Fehlercodes angefordert. Versendet werden bis zu 50 Fehlercodes. Dieses Fehlercodes können auf Datenträger geschrieben werden.	Es folgt ein Report, der durch die Zeile
		`<D>`
		eingeleitet und durch die Zeile
		`<\D>`
		beendet wird. Im Report wird für jeden Fehlercode eine Zeile mit dem Fehlercode am Anfang versendet.

Report: ExtCodFx	Es wird ein Report der externen Fehlercodes angefordert. Versendet werden bis zu 10 Fehlercodes in einer Zeile. Nicht gesetzte Fehlercodes werden zu 0 gesetzt.	Die Antwort besteht aus einer Zeile beginnend mit <D>. Es folgen 10 **dreistellige** Fehlercodes. Zum Abschluss folgt </D>. Beispiel: `<D>001002003004005006007008000000<\D>` sendet die 8 Fehler 1 bis 8, Code-Pos. 9 und 10 sind frei.

17.1.5 Auslesen von Rotas Werten

Kommando	Rotas Funktion	Antwort

GetRItem: *Key*	Abfrage des zum Schlüssel *Key* gehörenden Messwertes, ggf. mit Grenze, Position.	Antwort:
		`Value: Wert(e)`
		Wurde der Wert noch nicht gemessen, so kommt die Zeile:
		`No_Val`

Anmerkung: Die gültigen Schlüssel sind Vereinbarungssache.

17.1.6 Meldungen anzeigen

Kommando	Rotas Funktion	Antwort
Message: *Meldung*	Anzeigen einer Prüfstandsmeldung im Rotas Meldungsfenster. Mit MessageInfo und MessageWarn erhält das Fenster zusätzlich die entsprechende Hintergrundfarbe	Keine Antwort
MessageInfo: *Meldung*		
MessageWarn: *Meldung*		
SeaMessage: *Key Arg Bclr Tclr*	Anzeigen der unter *Key* vordefinierten Meldung. *Arg* ist Argument für die Meldung. Mit Bclr und Tclr lässt sich die Meldung individuell einfärben (Hexadezimal: 0xBBGGRR mit BB Blau-, GG Grün- und RR Rotanteil).	

17.1.7 Steuerung der Schaltkraftmessung

Kommando	Rotas Funktion	Antwort
SGW: Gang1 Gang2	Ankündigung eines Gangwech-sels von Gang1 nach Gang2. Die Gangbezeichnungen müssen „physikalischen“ Gängen entsprechen, also z.B. „R“, „1“, „2“ usw. Zusätzlich bezeichnen „L“ oder „N“ den Leerlauf	Antwort: `Ready`
EGW	Gangwechsel ist beendet; das Prüfergebnis für die Schaltkraft wird zurückgeliefert	Antwort: `<R>Result: 1 oder 0`
Section: Name	Auslösung eines Messabschnitts. Schaltkraftkurven werden unter dem Untertitel *Name* abgelegt.	Antwort: OK Beispiel: Section: SKN

17.1.8 Hinweise:

- Das System merkt sich alle Messergebnisse, Fehlermeldungen etc., bis mit `Insert` ein neuer Prüfzyklus gestartet wird. Nach `Remove:` können daher alle Arten von Reports, auch mehrfach, abgefragt werden.
- Das Kommando `Serial` muss zwischen `Insert` und `Remove` kommen. Es kann wiederholt werden, um die Seriennummer zu ändern. Die Seriennummer kann eine beliebige Zeichenkette mit max. 30 Zeichen, sein.
- In der Parameterdatenbank sind die möglichen Typenbezeichnungen hinterlegt. Alle anderen Typen werden bei `Insert` abgewiesen.
- Ebenso sind in der Parameterdatenbank alle möglichen Prüfzustände (Modes) hinterlegt. Innerhalb eines Prüflaufs müssen nicht alle Prüfzustände gemessen werden.
- Die Reihenfolge der Messung der Prüfzustände ist beliebig. Ebenso können Prüfzustände wiederholt gemessen werden. Durch das erneute Kommando `Mode: X` werden dabei alle eventuellen Fehler, die in einer früheren Messung des Prüfzustandes X aufgetreten sind, gelöscht.
- Auf Anfrage kann Rotas so konfiguriert werden, dass es selbsttätig das Durchfahren von Drehzahlrampen überwacht und bei entsprechenden Drehzahlgrenzen die Messung beginnt und beendet. In solchen Konfigurationen können die Measure: 1 / 0 -Kommandos entfallen.
- Die Antwortzeiten auf alle Kommandos außer `Insert:` und `Remove:` liegen deutlich unter 1 Sekunde. Das `Insert` Kommando kann länger dauern (bis 10 Sekunden), wenn Änderungen in der Parameter-Datenbank vorgenommen wurden oder ein bisher noch nicht geprüfter Typ angefordert wird; ansonsten dauert auch das `Insert` Kommando nicht länger als 1–2 Sekunden. Die Dauer des `Remove` Kommandos hängt von den daraufhin erforderlichen Datenbank-Zugriffen (Erstellen einer Produktionsstatistik, Messdatenarchiv etc.) ab, sollte aber 5 Sekunden nicht überschreiten.
- Es können weitere Kommandos vereinbart werden, um auf einzelnen Prüfständen Sonderprüfungen machen zu können. Siehe dazu auch das folgende Kapitel.

17.1.9 Sonderkommandos

Nach Vereinbarung können neue Kommandos für Spezialmessungen oder Besonderheiten im Ablauf eingeführt werden. Manche Kommandos unterscheiden sich formell nicht von den oben erklärten. Andere hingegen werden über folgendes Format angesprochen:

1) Das Sonderkommando wird über das Kommando `ExtCmd:` kontrolliert. Erster Parameter ist die Bezeichnung des Kommandos. Weitere Parameter spezifizieren z.B. Start oder Stopp. (Zwischen Kommando und Parameter stehen ein oder mehr Leerzeichen.)

2) Die Kommandos werden quittiert, in der Regel mit `<R>Result: 1` oder `0`.

3) Möglicherweise muss ein Betriebszustand unter Verwendung des Mode-Kommandos aktiviert sein. Dies ist projektabhängige Vereinbarungssache.

Beispiel: Übersetzungsprüfung
Am Ende eines Drehzahl-Hochlaufs (nach dem Ende der eigentlichen Akustikmessung, also nach `Measure: 0`) wird eine Übersetzungsprüfung ausgelöst. Diese bezieht sich auf den gerade gemessenen (mit dem `Mode` Kommando eingelegten) Gang.

Kommando	Rotas Funktion	Antwort
ExtCmd: Ratio Test	Eine Übersetzungsprüfung wird durchgeführt.	Je nach Ergebnis der Prüfung wird `<R>Result: 1` oder `0` zurückgegeben.

Beispiel: zweite Fehlerliste
Um der Programmierung der Prüfstandssteuerung Arbeit abzunehmen, führt Rotas eine zweite Fehlerliste. Sie enthält normalerweise dieselben Fehlerberichte wie die normale Liste (deren Inhalt mit `Report`-Kommandos abgefragt werden kann). Durch ein Sonderkommando kann die zweite Liste geleert werden, so dass sie nur noch diejenigen Fehler enthält, die nach diesem Rücksetzen auftraten. Wie die normale Liste wird auch die zweite Liste bei `Insert` automatisch geleert.

Kommando	Rotas Funktion	Antwort
ExtCmd: ErrcodeList2 Reset	Die zweite Liste wird geleert	`<R>Result: 1`
ExtCmd: ErrcodeList2 Report	Der Inhalt der zweiten Liste wird ausgegeben	wie bei `Report: ExtCodFx`